UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MAÍSA DE LOURDES DO NASCIMENTO FURLAN

**Adição de óleos funcionais e vitamina E em dietas com elevado
teor de concentrado para cordeiros confinados**

Pirassununga

2017

MAÍSA DE LOURDES DO NASCIMENTO FURLAN

**Adição de óleos funcionais e vitamina E em dietas com elevado
teor de concentrado para cordeiros confinados**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do Título
de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Simone
Cravo Pereira

Coorientadora: Profa. Dra. Sarita
Bonagurio Gallo.

Pirassununga

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FF985a Furlan, Maísa de Lourdes do Nascimento
Adição de óleos funcionais e vitamina E em dietas
com elevado teor de concentrado para cordeiros
confinados / Maísa de Lourdes do Nascimento Furlan
; orientadora Angélica Simone Cravo Pereira ;
coorientadora Sarita Bonagurio Gallo. --
Pirassununga, 2017.
128 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Óleos funcionais . 2. Vitamina E. 3.
Cordeiros. 4. Desempenho. 5. Qualidade de carcaça e
carne. I. Pereira, Angélica Simone Cravo , orient.
II. Gallo, Sarita Bonagurio, coorient. III. Título.

lmo(a): Sr(a).

Responsável: Angélica Simone Cravo Pereira

Área: Nutrição E Produção Animal

Angélica Simone Cravo Pereira (orientador)

Título da proposta: "ADIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E VITAMINA E EM DIETAS COM ELEVADOS TEOR DE CONCENTRADO PARA CORDEIROS CONFINADOS".

Parecer Consubstanciado da Comissão de Ética no Uso de Animais FMVZ/USP

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, no cumprimento das suas atribuições, analisou e **APROVOU** o Relatório Final (versão de 07/janeiro/2017) da proposta acima referenciada.

Resumo apresentado pelo pesquisador: "1. Os objetivos propostos foram todos cumpridos? Resp: Sim, todos os objetivos foram cumpridos conforme descrito no projeto. Os resultados obtidos propiciaram a criação de novos projetos? Resp: Sim, novos projetos podem ser desenvolvidos e até mesmo com outras espécies de animais, como cabritos e bovinos, por exemplo. 2. O N amostral proposto inicialmente foi suficiente? Qual o N amostral total alocado? Resp: Sim, o N amostral foi suficiente permitindo a realização do projeto com total êxito. Foram descrito inicialmente 32 animais, porém o resultado de 30 desses animais foram utilizados na estatística do projeto em questão. 3. Houve perdas? se sim, quantas? Resp: Não houve perdas. 4. Ocorreu algum evento adverso durante a condução do estudo? Resp: Nenhum evento adverso ou inesperado ocorreu. 5. Resultados já apresentados em congresso? Resp: Parte dos resultados foram apresentados em três simpósios diferentes. 6. Resultados já publicados? Resp: Até o momento foram publicados os resultados parciais em um capítulo de livro. "

Comentário da CEUA: "Projeto conduzido dentro do previsto, sem eventos adversos.".

Prof. Dra. Aneliese de Souza Traidi

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretária Executiva

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

MAÍSA DE LOURDES DO NASCIMENTO FURLAN

**Adição de óleos funcionais e vitamina E em dietas com elevado
teor de concentrado para cordeiros confinados**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do Título
de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição _____

Presidente da Banca Examinadora

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição _____

Prof.(a) Dr.(a) _____

Instituição _____

DEDICO

A Deus, por me conceder o dom da vida, iluminar o meu caminho e permitir que eu siga em frente em busca de meus sonhos, tornando-os realidade.

Aos meus pais amados Paulo e Fátima Furlan, pelo grande amor que tens por mim, por todo carinho, dedicação, ensinamentos da vida e educação.

Aos meus irmãos e seu conjugues, Paulo Cesar & Joyce e Ivan & Estéfani, pela parceria de verdadeiros irmãos, pelo amor, carinho e apoio eterno.

Aos meus sobrinhos lindos e amados Pietro, Francisco e Livia, riquezas de minha vida.

Ao meu noivo Marcos Felix por todo companheirismo, todo amor, todo carinho, respeito, paciência e apoio ao longo de todos esses anos.

A todos da minha família e amigos que me apoiaram e torceram por mim em mais essa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a meu Anjo da Guarda por iluminar meu caminho e assim permitir conquistar meus sonhos e desejos.

Aos meus pais Paulo e Fátima Furlan, por me educarem para a vida, por estarem comigo em todos os momentos me apoiando e contribuindo para que meus sonhos se tornem realidade.

Ao meu noivo e mais que amado Marcos Felix, que sempre esteve e está ao meu lado. Por tanto amor e apoio nesta fase, sem falar na paciência e ajuda com o projeto ao longo desses anos. Obrigada por ser meu parceiro, amigo e eterno amor. Que seja assim sempre.

E meu agradecimento em especial a Prof.^a Angélica, por me aceitar como sua orientanda, por me conceder a confiança em conduzir esse projeto de pesquisa e por toda força, apoio, palavras, “puxões de orelha” e aprendizado durante esse período no Laboratório de Ciência da Carne (LCC), sou muito grata por tudo.

Aos Professores queridos que tanto me receberam, ajudaram e ensinaram pacientemente ao longo desses meses de muito trabalho e aprendizado, a Prof.^a Cristiane Titto pelas “aulas particulares” de comportamento e bem-estar animal, ao Prof. Júlio Balieiro pela paciência e muita ajuda com as análises estatísticas, a Prof.^a Mônica Mazalli por tanto me receber e acreditar que “aquela” análise de colesterol total uma hora iria dar certo, em especial à Prof.^a Sarita por aceitar ser minha coorientadora e tanto contribuir para o desenvolvimento do projeto, pelos ensinamentos e contribuições.

As minhas colegas do LCC, Adrielle, Mariana, Joyce e Lenise, que tanto me apoiaram, me ajudaram e ensinaram ao longo desses meses de muito esforço e aprendizado. Como eu sempre disse: “Meninas muito obrigada de coração por toda ajuda, sem vocês tudo seria muito difícil”.

As IC's que fizeram parte do experimento e muito ajudaram, Marina Kondo, Marianna Justo, Lais Alonso e as estagiárias Lorian, Duda, Amanda, Rosimere, Jessica Toledo, Jessica Gemelli, Bianca, Gabriella, Marina, Laura e Alejandra, por toda ajuda e esforço, vocês foram essenciais.

Aos colegas Lina, Henrique, Fábio, Ana, Thaís Brachado e Thays Leme pela ajuda e por compartilhar da experiência de vocês.

Aos funcionários da USP FZEA que direta ou indiretamente me ajudaram com todo o processo, permitindo a realização deste experimento, ao pessoal da fábrica de ração, em especial ao Claudio que muito me ajudou, aos meninos da ração, Ricardo, Dione e João e a turma da ovinocultura, Ademilson, Renato e João, obrigada pela força.

Ao nosso “faz tudo LCC” e amigo Abrão, obrigada por sempre dar um jeito e agilizar nosso lado.

Não posso deixar de agradecer aos cordeiros que deram suas vidas em prol da pesquisa.

As empresas Basf® pela doação da vitamina E, a empresa Oligobasics® pela doação do óleo funcional.

A Fundação CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa.

A FZEA pela oportunidade e espaço de pesquisa.

A todos que não foram citados, mas que direta ou indiretamente contribuíram para que esse sonho se tornasse realidade.

Peço a Deus que abençoe a todos que me apoiam e estão comigo. Que assim seja. Amém.

Meus sinceros agradecimentos.

“Ontem passado. Amanhã futuro. Hoje agora. Ontem foi. Amanhã será. Hoje é. Ontem experiência adquirida. Amanhã lutas novas. Hoje, porém, é a nossa hora de fazer e de construir”

Chico Xavier

RESUMO

FURLAN, M. L. N. **Adição de óleos funcionais e vitamina E em dietas com elevado teor de concentrado para cordeiros confinados**. 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais de rícino (*Ricinus communis*) e do líquido da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale*), associados à vitamina E em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados, sobre os parâmetros sanguíneos, comportamento ingestivo, desempenho e qualidade de carcaça e da carne. Foram utilizados 30 cordeiros sem padrão racial definido (12 machos não castrados e 18 fêmeas), com idade média de quatro meses e peso vivo inicial de $26 \pm 3,6$ kg para fêmeas e $28 \pm 3,6$ kg para machos. Os cordeiros permaneceram confinados por 75 dias. A relação volumoso:concentrado da dieta com base na matéria seca (MS) foi de 15:85. Sendo as dietas, CTL: controle, sem inclusão de aditivos, OLE: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) e OLEVIT: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) + vitamina E (500 UI.kg^{-1} MS). Durante o período experimental foram avaliados os parâmetros sanguíneos e fisiológicos, comportamento ingestivo e desempenho dos animais. O peso corporal de abate foi (PVF) de $38 \pm 4,2$ kg e $47 \pm 4,3$ kg, fêmeas e machos, respectivamente. Após o abate determinou-se o peso de carcaça quente (PCQ) e pH 1 e 24 horas. Avaliou-se a área de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e cor da carne. Amostras do músculo *longissimus dorsi* (LD) foram coletadas e congeladas para análise sensorial, perda por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC), oxidação lipídica (30 e 180 dias de armazenamento), perfil de ácidos graxos (PAG) e colesterol total (CT). Observou-se efeito de sexo ($P < 0,05$) para os parâmetros pH (pH-F), bicarbonato ($\text{HCO}_3\text{-F}$), teor de dióxido de carbono ($\text{TCO}_2\text{-F}$) e excesso de base (EB-F) da colheita sanguínea final, machos tiveram maiores valores. Para frequência respiratória houve interação entre dieta*período ($P < 0,05$) e para temperatura retal e cortisol sérico houve efeito de período ($P < 0,05$), o aumento dos valores destes parâmetros comprovaram o desencadeamento do estresse térmico. No comportamento ingestivo houve interação sexo*período ($P < 0,05$) para atividade “ruminando” (R) e “interagindo” (IN). Para as atividades “comendo” (C) e “ócio” (O) houve efeito de período ($P < 0,05$) e de sexo ($P < 0,05$). Houve efeito de dieta ($P < 0,05$) para as atividades

“O” e “IN”. Para PVF, ingestão de matéria seca, ganho de peso médio diário, eficiência alimentar e conversão alimentar, observou efeito de sexo ($P < 0,05$), machos tiveram melhores resultados. Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) às análises pH1h, PCQ e rendimento nas carcaças, as fêmeas obtiveram menores valores. Para análises de PPC, FC e cor (L^* e a^*) também houve efeito de sexo ($P < 0,05$), maiores valores aos machos, exceto para o croma a^* . Houve efeito entre as dietas ($P < 0,05$) para maciez, suculência e sabor característico da carne na análise sensorial, melhor pontuação observada para dieta OLEVIT. Para o PAG houve efeito de dieta somente para a somatória dos ácidos graxos saturados ($P < 0,05$). O uso do OF e vitamina E não apresentaram efeito para as análises de comportamento ingestivo, parâmetros sanguíneos e fisiológicos, bem como o desempenho e à maioria das análises físico-químicas da carcaça e da carne, exceto para análise sensorial e perfil de ácidos graxos.

Palavras-chave: Óleo de rícino. Líquido da casca de castanha de caju. Alfa-tocoferol. Ovinos.

ABSTRACT

FURLAN, M. L. N. **Addition of functional oils and vitamin E in diets with high concentrate content for confined lambs.** 2017. 135 f. Dissertation (Master degree) - Faculty of Animal Science and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2017.

The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of castor oil (*Ricinus communis*) and liquid of cashew nut (*Anacardium occidentale*) associated with vitamin E on high concentrate diets for feedlot lambs on blood parameters, feeding behavior, performance, and quality of carcass and meat. Thirty lambs (12 not castrated male and 18 female) with no particular racial pattern defined, but with an average age of 4 (four) months were used in this study. The initial weight was 26 ± 3.6 kg for the females and 28 ± 3.6 kg for the males. The lambs were confined for 75 days. The voluminous:concentrate ratio of diet based on dry matter (DM) was 15:85. Being diets, CTL: control, without inclusion of additives, OLE: inclusion of functional oils (500 mg.kg^{-1} DM), OLEVIT: inclusion of functional oils (500 mg.kg^{-1} DM) + vitamin E (500 IU.kg^{-1} DM). During the experimental period the blood and physiological parameters, feeding behavior and the performance of the animals were evaluated. The slaughter body weight was (FBW) 38 ± 4.2 kg for the females and 47 ± 4.3 kg for the males. After the slaughter, it was determined the hot carcass weight (HCW) and the pH values (1h e 24h). The rib eye area, subcutaneous fat thickness, and the color of the meat were evaluated. Samples of the *longissimus dorsi* (LD) muscle were collected and stored at -18°C for the sensory analysis, cooking loss (CL), shear force (SF), lipid oxidation (30 and 180 days storage), fatty acid profile (FA) and total cholesterol (TC). It was observed the influence of the gender ($P < 0.05$) on the pH (pH-F), bicarbonate ($\text{HCO}_3\text{-F}$), carbon dioxide content ($\text{TCO}_2\text{-F}$) and base excess (EB-F) final harvest parameters. The male gender was associated with higher values. The respiratory frequency was found to be related with the interaction between diet and period ($P < 0.05$), and the serum cortisol and rectal temperature was observed to be related with the period in ($P < 0.05$). The increase in the values of these parameters can confirm the onset of the thermal stress. For the feeding behavior, there was interaction between sex and period ($P < 0.05$) for "ruminating" (R) and "interacting" (IN) activities. The "eating (E)" and "idleness (ID) activities was found to be related to the period ($P < 0.05$) and to the gender ($P < 0.05$). An effect of diet ($P <$

0.05) was observed for "ID" and "IN" parameters. For FBW, dry matter intake, average daily weight gain, feed efficiency and feed conversion there was a sex effect ($P < 0.05$), males had better results. There was a gender effect ($P < 0.05$) on pH1h, HCW, and carcass yield analyses. The females obtained lower results. The CL, SF, and color (parameters L^* and a^*) analyses also suffered the gender effect ($P < 0.05$), higher values for males, except for chroma a^* . There was an effect ($P < 0.05$) for tenderness, juiciness and characteristic beef flavor on sensory analysis, with the best score observed for the OLEVIT diet. The FA profile analysis, suffered the diet effect only for the sum of the saturated fatty acids ($P < 0.05$). The use of FO and vitamin E did not have an effect on the ingestive behavior, blood, and physiological parameters, as well as the performance and most of the physicochemical analyzes of carcass and meat, except for sensory analysis and fatty acid profile.

Key words: Castor oil. Cashew nut. Alpha-tocopherol. Sheep.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do rebanho brasileiro de ovinos de 2009 a 2014 (cabeças).....	25
Tabela 2 - Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais, em porcentagem de matéria seca (% MS)	52
Tabela 3 - Etograma de trabalho: observações referentes ao comportamento ingestivo dos cordeiros e suas definições	55
Tabela 4 - Valores médios, desvios padrão e probabilidades das variáveis do perfil metabólico sanguíneo inicial (I) e final (F) de cordeiros confinados recebendo dietas experimentais.....	59
Tabela 5 - Interação entre dietas e sexo para o parâmetro de pH sanguíneo obtido na colheita inicial.....	60
Tabela 6 - Valores médios da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de cordeiros antes e depois do estresse térmico, das 11 às 16 horas com temperatura média de 30°C	62
Tabela 7 - Valores médios da interação entre dietas e período para o parâmetro de frequência respiratória dos ovinos.....	63
Tabela 8 - Nível de cortisol sérico de cordeiros alimentados com dietas experimentais, antes e depois da submissão ao estresse térmico	63
Tabela 9 - Valores médios, desvios padrão e probabilidades dos parâmetros de comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas experimentais.....	67
Tabela 10 - Valores médios e probabilidades das interações entre sexo e períodos para os comportamentos ruminando e interagindo de ovinos.....	69
Tabela 11 - Valores médios e probabilidades das características de consumo e desempenho de cordeiros alimentados com dietas experimentais.....	70
Tabela 12 - Características avaliadas nas carcaças de cordeiros alimentados com dietas experimentais.....	75
Tabela 13 - Valores médios, desvio padrão e probabilidades dos parâmetros de cor, perda por cocção e força de cisalhamento da carne de cordeiros alimentados com dietas experimentais.....	97
Tabela 14 - Valores médios e probabilidades dos atributos avaliados em análise sensorial na carne de cordeiros confinados alimentados com dietas experimentais.....	99
Tabela 15 - Valores médios de TBARS (30 e 180 dias) e colesterol total no músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros confinados alimentados com dietas experimentais.....	102

Tabela 16 - Composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas experimentais.....	110
Tabela 17 - Somatória da composição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, ácido linoleico conjugado, n3 e n6 do músculo <i>longissimus doris</i> de cordeiros confinados recebendo dietas experimentais	113
Tabela 18 - Interação entre dietas e sexo para os ácidos graxos saturados C10:0, C12:0, C15:0 e C17:0 e para monoinsaturados C15:1c9, C16:1 t11,12	114

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais constituintes do líquido da casca de castanha de caju (LCC).....	31
Figura 2 – Estrutura química do ácido ricinoleico	32
Figura 3- Instalações do confinamento de cordeiros	50

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do ganho de peso de cordeiros fêmeas confinados recebendo dietas experimentais.....	71
Gráfico 2 - Evolução do ganho de peso de cordeiros machos confinados recebendo dietas experimentais.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Ácidos graxos
AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGPI	Ácidos graxos poli-insaturados
AOL	Área de lombo
C	Atividade comportamental “comendo”
CA	Conversão alimentar
CLA	Ácido linoleico conjugado
CT	Colesterol total
CTL	Dieta experimental controle
D	Dieta
EA	Eficiência alimentar
EGP	Evolução do ganho de peso
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EPM	Erro padrão da média
FC	Força de cisalhamento
FR	Frequência respiratória
GMD	Ganho de peso médio diário
IMS	Ingestão de matéria seca
IN	Atividade comportamental “interagindo”
LCC	Líquido da casca de castanha de caju
LD	<i>Longissimus dorsi</i>
MDA	Malonaldeído
O	Atividade comportamental “ócio”
OF	Óleos funcionais
OLE	Dieta experimental contendo óleos funcionais
OLEVIT	Dieta experimental contando óleos funcionais e vitamina E
P	Período
P1	Comportamento dia 1
P2	Comportamento dia 2
P3	Comportamento dia 3
PA	Período anterior ao estresse térmico
PAG	Perfil de ácidos graxos
PCQ	Peso de carcaça quente
PD	Período posterior ao estresse térmico
PPC	Perda por cocção
PVF	Peso vivo final
PVI	Peso vivo inicial
R	Atividade comportamental “ruminando”
RC	Rendimento de carcaça
S	Sexo
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
TR	Temperatura Retal

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	20
Introdução Geral e Revisão de Literatura.....	20
1 Introdução.....	20
2 Hipóteses	23
3 Objetivos gerais.....	24
3.1 Objetivos específicos.....	24
4 Revisão da literatura.....	25
4.2 Rebanho, produção e consumo de carne ovina no Brasil	25
4.3 Criação de ovinos em sistema de confinamento.....	26
4.4 Dietas de alto grão	27
4.5 Aditivos em dietas como promotores de crescimento	28
4.6 Óleo funcional como aditivo alimentar	29
4.7 Vitamina E como aditivo alimentar.....	33
5 Referências	36
CAPÍTULO II.....	44
Efeitos de óleos funcionais e vitamina E sobre os parâmetros sanguíneos, comportamento ingestivo, desempenho e qualidade de carcaça de cordeiros confinados.....	44
1 Introdução.....	48
2 Material e métodos	50
3 Resultados e discussão	58
4 Conclusão	76
5 Referências	77
CAPÍTULO III	85
Efeitos de óleos funcionais e vitamina E sobre a qualidade de carne de cordeiros confinados.....	85
1 Introdução.....	87
2 Material e métodos	89
3 Resultados e discussão	95
4 Conclusão	115
5 Referências	116
6 Conclusões gerais.....	126
7 Implicações.....	127
Anexos.....	128

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar do crescimento da ovinocultura, o país ainda não é capaz de atender a demanda interna, o que demonstra grande potencial de crescimento desta atividade, mesmo considerando o consumo per capita/ano de carne ovina relativamente baixo, de aproximadamente 0,7 kg (SEBRAE, 2013).

Nas últimas décadas o setor produtivo brasileiro de ovinocultura sofreu mudanças significativas para melhor consolidação da cadeia produtiva da carne. Foram necessárias melhorias nos sistemas de produção, em busca do aumento no volume produzido, bem como da qualidade do produto para atingir o mercado competitivo (SOUZA et al., 2008).

O uso do sistema de terminação de cordeiros em confinamento apresenta diversas vantagens, como menor taxa de mortalidade devido à menor incidência de parasitos, abate precoce e padronização de carcaças com melhor qualidade e acabamento de gordura, rapidez de comercialização, melhores preços pagos pelo mercado consumidor e retorno mais rápido do capital investido (PIRES, 1999; URANO, 2005), além de permitir o uso de dietas com elevado teor de concentrado que permite terminação em menor tempo, ganho de peso significativo e acabamento de carcaças uniformes (CERVIERI, 2009; SUSIN, 2001). Contudo, é fundamental a avaliação da terminação de cordeiros em confinamento com dietas que proporcionem carne de qualidade, com características sensoriais desejáveis e nutricionalmente saudáveis.

Por meio de mecanismos e/ou substâncias, como os aditivos alimentares, existe a possibilidade de aumentar a eficiência do uso das dietas, visando assim melhorar a digestibilidade do alimento, otimizar a conversão dos nutrientes consumidos em produtos comestíveis e garantir melhores resultados para o desempenho dos animais.

Em 1975, a Food and Drug Administration aprovou o uso do antibiótico, ionóforo, produzido principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces* (REIS, 2006), como promotores de crescimento (McGUFFEY, 2001), com intuito de melhorar o desempenho animal pelo aumento da eficiência energética junto às dietas.

Entretanto, o uso indiscriminado dos antibióticos ao longo dos anos demonstrou que tanto os microrganismos patogênicos como os desejáveis à saúde animal eram

destruídos. Tais problemas somados aos relacionados à saúde pública, à segurança alimentar, meio ambiente e bem-estar animal levou alguns países à proibição e/ou restrição do uso deste composto na nutrição animal, como a União Europeia em 2006, por meio da Regulamentação 1831/2003/EC.

Neste sentido, pesquisas vem sendo desenvolvidas em busca de meios alternativos e substâncias naturais que atuem igual ou similarmente aos antibióticos, podendo citar como exemplo os óleos funcionais (OF) (CALSAMIGLIA et al., 2007; CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; PUREBJAV et al., 2013; SILVA et al., 2013).

Os OF são todos os óleos que além de suas propriedades energéticas, apresentam variadas funções, como anti-inflamatórios, antioxidantes, antimicrobianos, dentre outras. O óleo de rícino ou mamona (*Ricinus communis*) e o líquido da casca de castanha de caju (LCC) (*Anacardium occidentale*) são exemplos de OF que têm sido utilizados de forma combinada (CHAGAS, 2015; CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; SILVA et al., 2013; ZAWADZKI et al., 2010).

O conhecimento da composição dos alimentos é um fator importante para avaliar o comportamento ingestivo dos animais (BÜRGER et al., 2000). A presença de fatores antinutricionais nos alimentos pode refletir de modo que o animal altere o tempo despendido para alimentação, ruminação e ócio (DADO; ALLEN, 1995). Portanto, a avaliação do comportamento ingestivo dos cordeiros deste estudo se torna fundamental para garantir que os aditivos utilizados não irão prejudicar o consumo dos animais, bem como o comportamento ingestivos dos mesmos.

Se faz necessário o estudo desses óleos na nutrição animal, sua atuação no comportamento ingestivo e no desempenho dos mesmos, bem como sobre os resultados relacionados aos aspectos qualitativos e quantitativos nos produtos de origem animal.

O uso de antioxidantes na dieta dos animais poderá interferir nos processos oxidativos, retardando-os. A atividade antioxidante de alguns óleos pode, por exemplo, contribuir para melhores características qualitativas da carne de ovinos (MARSIGLIO, 2012), como o retardo da oxidação lipídica da mesma (SIMITZIS et al., 2008).

A vitamina E é um composto insolúvel em ambiente aquoso e possui ação antioxidante, é reconhecida há muitos anos como um nutriente essencial para o crescimento e saúde de todas as espécies animais (COMBS, 2008). Para garantir maior qualidade da carne quando nas condições de estocagem, tem-se estudados o uso da vitamina E em dietas oferecidas aos animais, que por sua ação antioxidante, pode retardar a oxidação lipídica e diminuir a oxidação de mioglobina da carne, podendo garantir maior

tempo de prateleira deste produtos (JUÁREZ et al., 2012; RIPOLL et al., 2011; SILVA et al., 2011; ZEOLA; GERON, 2006).

Portanto, diante do exposto torna-se relevante pesquisar o uso da combinação dos óleos funcionais de rícino (*Ricinus communis*) e do líquido da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale*), associados a vitamina E, em dietas com alto teor de concentrado para cordeiros terminados em confinamento, buscando-se resultados em função do perfil metabólico sanguíneo, desempenho, comportamento ingestivo e características de carcaça e carne desses animais.

2 HIPÓTESES

- ✓ A adição de óleos funcionais e vitamina E na dieta de cordeiros não interfere negativamente no comportamento ingestivo, parâmetros sanguíneos e desempenho dos animais.
- ✓ Óleos funcionais e vitamina E atuam como antioxidantes aos radicais livres, contribuindo para minimizar o desencadeamento do estresse em cordeiros.
- ✓ O uso de óleos funcionais proporcionam aumento da eficiência das dietas, apresentando melhores resultados de desempenho e consequentemente de carcaça.
- ✓ O uso de óleos funcionais e da vitamina E proporciona melhores resultados relacionados às características físico-químicas da carne, garantindo mais qualidade.
- ✓ A vitamina E e os óleos funcionais atuam como antioxidantes nos produtos cárneos, promovendo a estabilidade oxidativa e a conservação da mesma.

3 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais de rícino (*Ricinus communis*) e do líquido da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale*), associados à vitamina E, em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados, sobre os parâmetros sanguíneos, comportamento ingestivo, desempenho e qualidade de carcaça e da carne.

3.1 Objetivos Específicos

Desta forma, pretendeu-se, especificamente:

- ✓ Monitorar o perfil metabólico sanguíneo antes e após os animais receberem as dietas experimentais.
- ✓ Avaliar a ingestão de matéria seca e o desempenho dos cordeiros durante o confinamento.
- ✓ Avaliar o comportamento ingestivo dos animais.
- ✓ Avaliar o nível de cortisol sérico, frequência respiratória e temperatura retal dos cordeiros, antes e após o estresse térmico pontual.
- ✓ Avaliar as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.2 Rebanho, produção e consumo de carne ovina no Brasil

O Brasil encontra-se na 18ª posição em relação ao rebanho mundial de ovinos (FAO, 2014). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o rebanho ovino em 2014 teve um registro de 17.614.454 cabeças no País, aumento de 1,9% em relação ao ano de 2013. O Nordeste é considerado a região com maior número de animais (10.126.799 cabeças) representando 57,5% do total, seguido pela região Sul com 29,3%, Centro-Oeste (5,6%), Sudeste (4%) e Norte (3,6%).

Na Tabela 1 consta a evolução do rebanho ovino brasileiro, de 2009 a 2014.

Tabela 1 - Evolução do rebanho brasileiro de ovinos de 2009 a 2014 (cabeças)

Ano	Número de cabeças
2009	16.811.721
2010	17.380.581
2011	17.668.063
2012	16.789.492
2013	17.290.519
2014	17.614. 454

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014).

Verifica-se que houve um aumento na produção dessa espécie animal, com uma leve queda em 2012, voltando a crescer no ano seguinte, o que demonstra uma tendência de crescimento do efetivo nos últimos anos.

Espera-se que a curto prazo, as perspectivas sigam uma tendência linear por estarem associadas à fatores conjunturais mais imediatos, como questões econômicas de curto e médio prazo e condições ambientais. Entretanto, ao se analisar a longo prazo, pode ocorrer um aumento na produção e no consumo de produtos da cadeia ovina, atribuído principalmente ao crescimento da população e sua renda, e pela organização do setor ovino (MAGALHÃES et al., 2015).

No mercado de carnes do Brasil, a criação de ovinos se encontra em reestruturação (VIANA et al., 2015). Mudanças como, internacionalização das economias, abertura de mercados comuns, queda da barreira político-econômica, dentre outros incentivaram o

desenvolvimento do setor (ALMEIDA JUNIOR et al., 2004; BREMM et al., 2005; PÖTTER et al., 2010).

O consumo de carne ovina no Brasil ainda é baixo, considerada a 5ª carne mais consumida, aproximadamente 0,7 kg/per capita/ano (SEBRAE, 2013), quando comparada a outros países, como Nova Zelândia (24 kg/per capita/ano), Irlanda (22 kg/per capita/ano) e Austrália (14,53 kg/per capita/ano). O baixo consumo pode ser atribuído pela pouca oferta do produto em relação à demanda, importação de carne ovina proveniente de animais adultos (sem padrão qualitativo), ausência de identificação da qualidade e procedência da carne, abates de baixa qualidade e clandestinos, falta de hábito da população quanto ao consumo da carne, pouca divulgação e incentivo de produção (ALMEIDA JUNIOR et al., 2004; PINHEIRO et al., 2009; SILVA et al., 2013).

A ovinocultura é uma atividade promissora no Brasil, pois há possibilidade de aumentar o consumo interno da carne ovina, além do País possuir vasta extensão territorial, o que possibilita a expansão das criações às diversas regiões, uma vez que ovinos são animais de fácil adaptação e também pelo aproveitamento das propriedades agrícolas, incentivando os produtores por meio do aumento da renda (ALMEIDA, 2010; FRANÇOIS, 2009).

4.3. Criação de ovinos em sistema de confinamento

Segundo Menezes (2008), a heterogeneidade dos sistemas de alimentação gera variações na qualidade das carcaças e nas características sensoriais da carne, por isso a escolha ideal do sistema para terminação dos animais é muito importante.

Devido a evolução da cadeia produtiva da carne ovina no Brasil surgiu a necessidade dos ovinocultores se adaptarem ao novo cenário, buscando melhorias no sistema de criação e produção, para que este seja cada vez mais eficiente e desenvolva produtos de melhor qualidade, passando então de um sistema tradicional para um sistema mais intensivo de produção (BREMM et al., 2005; HERMUCHE et al., 2013; SOUZA et al., 2008).

A decisão pelas diferenciadas fontes e sistemas de alimentação deve levar em conta o desempenho por animal e por área, buscando produto de qualidade e rentável ao produtor (RIBEIRO, 2006).

O sistema de terminação de cordeiros em confinamento permite facilmente atingir as necessidades nutricionais dos animais por meio de dietas balanceadas, possibilitando

sua terminação em períodos críticos de carência alimentar ou quando as pastagens ainda não estejam em condições adequadas para o uso (CARVALHO et al., 1999). Outras vantagens são observadas, como menor mortalidade dos animais devido à menor incidência de parasitos e maior controle nutricional, propiciando abate precoce e com carcaças de melhor qualidade e acabamento de gordura, aumento na rapidez de comercialização, refletindo no mercado consumidor e retorno mais rápido do capital investido pelo produtor (PIRES, 1999; URANO, 2005).

4.4 Dietas de alto grão

No Brasil o aumento nos custos da produção de volumosos, as melhorias nos sistemas de produção animal, a maior disponibilidade de subprodutos da agroindústria e o aumento do uso de confinamentos para terminação de animais, permitiu o uso recorrente de dietas com elevado teor de concentrado, com terminação em menor tempo, ganho de peso significativo e acabamento de carcaças uniformes (CERVIERI, 2009; SUSIN, 2001).

O conhecimento do consumo e da digestibilidade dos nutrientes presentes nas dietas são fundamentais na determinação de quais alimentos podem ser utilizados em conjunto, proporcionando escolhas adequadas para alcançar a interação positiva e assim atingir as exigências nutricionais ideais, contribuindo com a redução do custo da alimentação (GERON et al., 2012a; GERON et al., 2012b).

Para que a prática do confinamento seja economicamente viável e apresente bons resultados, o uso de dietas altamente energéticas tem demonstrado melhores taxas de crescimento em diferentes raças de ovinos (BEAUCHEMIN et al., 1995; HADDAD; HUSEIN, 2004; MAHGOUB; EARLY, 2000; NOTTER et al., 1991) visando a redução do tempo de confinamento, aumento de ganho de peso, na eficiência alimentar e consequentemente na diminuição dos custos (ANTONELLI et al., 2012; MACEDO et al., 2000; MEDEIROS et al., 2009).

Segundo Van Soest (1994), modificações na relação volumoso:concentrado podem promover maiores ganhos em peso conforme o fornecimento de concentrado aumenta. Porém, com o aumento do uso de concentrados nas dietas deve-se redobrar pois quantidades elevadas e manejo irregular podem desencadear distúrbios metabólicos e ruminais (ALVES et al., 2003), como alterações no pH ruminal (PHY; PROVENZA,

1998; SANTRA et al., 2003), com consequente desconforto ao animal, diminuição do consumo, logo queda de produção.

Ademais, a fim de assegurar que os nutrientes das dietas sejam ingeridos, digeridos e absorvidos são incluídos nas rações certos aditivos, como alternativa para otimizar a conversão dos nutrientes consumidos em produtos comestíveis, buscando-se melhorarias no balanço nutricional do alimento, promover o crescimento animal, assim como evitar problemas metabólicos (ARRIGONI et al., 2001; CONEGLIAN, 2009).

4.5 Aditivos em dietas como promotores de crescimento

Por meio de mecanismos e/ou substâncias, como os aditivos alimentares, existe a possibilidade de aumentar a eficiência do uso das dietas, visando assim melhorar a digestibilidade do alimento, otimizar a conversão dos nutrientes consumidos em produtos comestíveis e garantir melhores resultados para o desempenho dos animais.

Segundo o Ministério da Agricultura, aditivos para produtos destinados à alimentação animal são definidos como substâncias ou microrganismos intencionalmente adicionados, que normalmente não se consomem como alimento, tenham ou não valor nutritivo, que afetem ou melhorem as características do alimento ou dos produtos de origem animal, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (BRASIL, 2004).

Na década de 1950 iniciou-se o uso dos aditivos antibióticos na alimentação animal, com objetivo de cura e prevenção de patologias por meio da exclusão de microrganismos competidores de substrato no trato gastrointestinal, contudo, o seu uso apresentou resultados positivamente significativos sobre o crescimento, conversão alimentar e prevenção de infecções nos animais (LOYOLA; PAULE, 2006; MATOS, 2008).

Em 1975, a Food and Drug Administration (FDA) aprovou o uso do antibiótico, ionóforo, produzido principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces* (REIS, 2006), como promotores de crescimento para gado de corte, tornando mais eficiente a cadeia produtora de carne (McGUFFEY, 2001).

Entretanto, o uso indiscriminado de antibióticos ao longo dos anos demonstrou que tanto os microrganismos patogênicos como os desejáveis à saúde animal eram destruídos, a resistência bacteriana apresentou resultado opostos aos desejáveis e o acúmulo de resíduos não degradáveis de antibióticos causou inviabilização do consumo

de produtos de origem animal pelos humanos. Tais problemas somados àqueles relacionados à saúde pública, à segurança alimentar, meio ambiente e bem-estar animal levou alguns países à proibição e/ou restrição do uso de antibióticos na nutrição animal, como a União Europeia em 2006, por meio da Regulamentação 1831/2003/EC. No Brasil, recentemente, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), publicou no Diário Oficial da União a instrução normativa nº 45/2016 que proíbe a importação e a fabricação da substância antimicrobiana sulfato de colistina – usada como aditivo zootécnico melhorador de desempenho na composição de rações de aves, bovinos e suínos. Esta decisão é baseada nas recomendações dos organismos internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), devido ao possível impacto na saúde humana (BRASIL, 2016).

Neste sentido, indústrias e pesquisadores buscam meios alternativos e substâncias naturais capazes de atuarem igualmente ou similarmente aos antibióticos, passando-se a estudar o efeito dos óleos funcionais como aditivos alimentares e promotores de crescimento animal (CALSAMIGLIA et al., 2007; CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; PUREVJAV et al., 2013; SILVA et al., 2013).

4.6 Óleo funcional como aditivo alimentar

Mediante as restrições impostas ao uso de antibióticos adicionados às dietas de animais, como promotores de crescimento, por países como da União Europeia e pela pressão cada vez maior dos consumidores, pesquisas têm sido desenvolvidas em busca de substâncias consideradas “naturais” capazes de atuarem igual ou similarmente aos ionóforos e que não sejam prejudiciais à saúde e produção dos animais, à saúde dos consumidores de produtos de origem animal e ao meio ambiente.

Pesquisas sobre o uso de óleos essenciais como aditivos alimentares para ruminantes, em busca de melhor eficiência na fermentação ruminal, diminuição da produção de metano, redução do estresse nutricional, mais saúde e produtividade ao animal, foram amplamente divulgadas (BENCHAAR et al., 2008; CALSAMIGLIA et al., 2007; WALLACE, 2004), porém a indústria humana faz grande uso desses óleos na produção de cosméticos, fármacos, higiene, limpeza, produtos alimentícios, dentre outros, o que faz encarecer estes compostos em relação ao seu uso na nutrição animal. Contudo, alguns óleos e extratos de plantas não podem ser classificados como óleos essenciais por não serem derivados de essências ou de especiarias. Esses produtos são

então definidos como óleos funcionais (MURAKAMI et al., 2009), por serem substâncias que apresentam moléculas ativas capazes de alterar o metabolismo de um organismo, desempenhando variadas funções, como anti-inflamatórios, antioxidantes, antimicrobianos, além de possuir propriedades energéticas. Sendo assim, todos os óleos essenciais são funcionais, porém nem todos os óleos funcionais são essenciais.

Os OF podem ser extraídos de várias partes de uma planta, incluindo folhas, flores, sementes, raízes e cascas, sendo que a sua composição pode variar em cada parte da mesma planta (BENCHAAAR et al., 2008), podendo ser obtidos por fermentação, extrusão e destilação, este último é o método mais utilizado na produção industrial (BURT, 2004). Os compostos ativos dos óleos funcionais são terpenoides (monoterpenos e sesquiterpenos) e fenilpropanoides (CALSAMIGLIA et al., 2007), sendo considerados substâncias seguras para consumo humano e animal, conforme FDA (2016).

O líquido da casca de castanha de caju (LCC) e o óleo de rícino são exemplos de OF. Estes compostos vêm sendo estudados de forma combinada adicionados às dietas de ruminantes, objetivando a substituição de aditivos antibióticos, por proporcionar ações similares a estes, principalmente no que se refere ao controle da população bacteriana no interior do rúmen, por meio da seleção de bactérias mais eficientes para melhor aproveitamento do alimento e assim diminuir as perdas energéticas. Estes compostos por serem produtos naturais podem ser utilizados na alimentação animal. Pesquisadores acreditam que se deve desfrutar da combinação de óleos funcionais de diferentes plantas (LANGHOUT, 2000) e reforçar os princípios ativos mais relevantes de cada óleo (KAMEL, 2000) em busca de potencializar a ação desses compostos.

O óleo de caju é extraído da semente do cajueiro (*Anacardium occidentale*), planta tropical originária do Brasil. O fruto do cajueiro, conhecido como castanha de caju, constitui o líquido da casca da castanha do caju, fonte rica em lipídios fenólicos não-isoprenoides de origem natural (MAZZETTO et al., 2009). Sua composição química principal é formada por ácido anarcádico (71,70 – 82,00%), cardanol (1,60 – 9,20%), cardol (13,80 – 20,10%) e 2-metilcardol (1,65 – 3,90%) (Figura 1). Durante a extração do LCC, sob altas temperaturas (180°C) o ácido anacárdico sofre reação de descarboxilação convertendo-se a cardanol, produzindo o LCC técnico (ácido anarcádico, 1,09 – 1,75%; cardanol, 67,82 – 94,60%; cardol, 3,80 – 18,86%; 2-metilcardol, 1,20 – 4,10%) largamente produzido nos processos industriais (GADAM; SAMPATHKUMARAN, 1986).

Figura 1 - Principais constituintes do líquido da casca de castanha de caju (LCC)

Fonte: Mazzetto e Lomonaco (2009).

O ácido anacárdico e o cardol são compostos fenólicos com ação antimicrobiana, funcionando como ionóforo monovalente (HIMEJIMA; KUBO, 1991; KUBO et al., 2003; MUROI et al., 1993; NAGABHUSA et al., 1995). O cardanol tem atividade tanto anti-inflamatória como antioxidante (AMORATTI et al., 2001; KUBO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011; TREVISAN et al., 2006). Muroi e Kubo (1993) observaram atividade antimicrobiana do ácido anacárdico principalmente sob as bactérias Gram-positivas. Oliveira et al. (2011) concluíram que os constituintes do LCC possuem atividades antioxidantes, e que foi melhor apresentado pela ação do cardanol, seguida pelo cardol e em último o ácido anacárdico, além de agir como inibidores da enzima acetilcolinesterase.

Das sementes de *Ricinus communis* é obtido o óleo de mamona, também conhecido como óleo de rícino, este apresenta altos teores de ácido ricinoleico (Figura 2) que corresponde entre 85 a 90% da concentração total do ácido (VAISMAN et al., 2008), seguido de outros ácido em menores proporções como o ácido linoleico (4,2%), ácido oleico (3,0%), esteárico (1,0%), palmítico (1,0%), ácido hidroxiesteárico (0,7%), ácido linolênico (0,3%) e ácido eicosanoico (0,3%) (OGUNNIYI, 2006). O ácido ricinoleico funciona como um ionóforo divalente (VIERA et al., 2001).

Figura 2 – Estrutura química do ácido ricinoleico

Fonte: Vieira et al. (2001).

Viera et al. (2001) verificaram que o ácido ricinoleico é uma alternativa no tratamento de inflamações neurológicas, por ter produzido efeitos anti-inflamatórios em cobaias. Outros autores verificaram diversas propriedades biológicas dos compostos do óleo de rícino, como atividade moluscicida (KUBO et al., 1986), antimicrobiano (HIMEJIMA; KUBO, 1991) e antiacne (KUBO; MUROI, 1994). O ácido ricinoleico demonstrou ser ativo contra algumas bactérias Gram-positivas e fungos (NOVAK et al., 1961) e na diminuição da produção de metano *in vitro* (VAN NEVEL et al., 1971).

Segundo Chao et al. (2000), os componentes terpenoides e fenólicos apresentam propriedades antibacterianas para Gram-positivas e Gram-negativas, por serem substâncias hidrofóbicas capazes de interagir com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias das bactérias, atividade fundamental para ação antimicrobiana, que se acumulam na bicamada lipídica da membrana citoplasmática (BENCHAAR; GREATHEAD, 2011), alterando a permeabilidade da mesma, assim interrompe o transporte de íons e interagem com as proteínas da membrana e outros componentes citoplasmáticos, fazendo com que as estruturas das membranas sejam alteradas, tornando-as mais fluídas e permeáveis, podendo ocorrer o extravasamento de íons e outros conteúdos citoplasmáticos (CARSON et al., 2002). As bactérias têm o poder de contrabalancear esses efeitos usando bomba iônica, não levando à morte celular, porém, como grande quantidade de energia é utilizada para esse processo o crescimento bacteriano é reduzido (CALSAMIGLIA et al., 2007), consequentemente ocorrem mudanças nas proporções bacterianas do rúmen.

Também, Burt (2004) sugeriu que as bactérias Gram-positivas parecem ser mais suscetíveis às propriedades antibacterianas dos OF do que bactérias Gram-negativas, devido à camada externa que envolve a parede celular dessas últimas, funcionando como barreira e limitando acesso de compostos hidrofóbicos (BUSQUET et al., 2005; MOHAMMED et al., 2004).

O cardol, o cadarnol e o ácido ricinoleico atuam na membrana celular como os ionóforos, inibindo a multiplicação das bactérias Gram-positivas, controla o pH ruminal e melhora a digestibilidade da fibra. O uso em conjunto dos óleos de caju e de rícino, foi registrado de acordo com o Ministério da Agricultura como “aditivo flavorizante melhorador de desempenho”. Pesquisas realizadas em universidades e instituições no Brasil, Estados Unidos e Espanha, mostraram efeitos anticoccidianos, melhorias na qualidade da carcaça, aumento de ingestão, controle de pH ruminal, atividade antioxidante tanto da ração como *in vivo*, melhoras na conversão e ganho de peso e aumento da energia metabolizável das rações suplementadas.

Contudo, por meio da manipulação das dietas oferecidas a cordeiros em crescimento existe a possibilidade de alterar a microbiota ruminal, para melhor aproveitamento dos nutrientes e assim obter resultados positivos sobre seu desempenho e produção, bem como às características de carcaça e carne, sendo possível alterar a composição química e perfil de ácidos graxos da carne, além de proporcionar maior tempo de exposição do produto cárneo no varejo pela ação antioxidante dos óleos. Diante do exposto se faz necessário mais estudos com o uso de óleos funcionais (caju e mamona) em dietas para pequenos ruminantes, como ovinos, sobre os aspectos de desempenho, comportamento ingestivo, qualidade de carcaça e carne, buscando-se assim a substituição dos antibióticos como promotores de crescimento.

4.7 Vitamina E como aditivo alimentar

A vitamina E atraiu a atenção de pesquisadores por ser um composto natural e desenvolver ações antioxidantes. É uma vitamina insolúvel em ambiente aquoso e reconhecida há muitos anos como um nutriente necessário ao crescimento e saúde de todas espécies animais (COMBS, 2008). O termo vitamina E é uma descrição genérica para todos derivados do tocol e tocotrienol com atividade biológica do α -tocoferol (COMBS, 2008).

De acordo com McDowel et al. (1996), a vitamina E é sintetizada e encontrada primariamente nas plantas, os óleos encontrados nestas constituem uma rica fonte de vitamina E. Os tocoferóis são substâncias altamente potentes e ativas sobre o controle da oxidação lipídica, com destaque para o α -tocoferol, que por sua ação antioxidante, tem atividade de grande importância *in vivo*, protegendo os ácidos graxos poli-insaturados dos

radicais livres, que muitas vezes são produzidos pelas enzimas das membranas (COSTA, 2008).

Os animais não podem sintetizar vitamina E e a concentração de α -tocoferol muscular é grandemente influenciada pela dieta consumida, sendo fundamental a inclusão desta vitamina às rações para garantir que os níveis mínimos diários sejam absorvidos pelos animais, principalmente àqueles criados em sistema de confinamento.

De acordo com McDowell et al. (1996), o NRC recomenda para ruminantes, de maneira geral, requerimento entre 15 a 40 mg.kg⁻¹ de matéria seca de vitamina E. No entanto, relata que níveis acima da recomendação, principalmente para animais em crescimento pode melhorar seu desempenho, as características da carcaça e da carne. O ideal é oferecer uma quantidade mínima que aproxime da supressão máxima de oxidação lipídica e formação de metamioglobina em carnes frescas (LIU et al., 1995).

As transformações do músculo em carne ocorrem por diversas alterações bioquímicas e por rupturas dos sistemas celulares, proporcionando assim condições para o desequilíbrio entre os fatores pró-oxidantes e a capacidade antioxidante (BUCKLEY et al., 1995), contribuindo para formação de radicais livres e aumentando as reações de oxidação lipídica na carne, ocasionando a degradação do produto (PEARSON et al., 1977). O α -tocoferol distribui-se entre as biomembranas protegendo assim os ácidos graxos insaturados da membrana contra a oxidação, retardando a oxidação lipídica da carne fresca quando em condições de varejo (LAGES, 2004).

Segundo Zeoula e Geron (2006), o uso da suplementação na dieta com vitamina E pode propiciar maior estabilidade da oximioglobina e dos lipídeos, mantendo por mais tempo a coloração natural da carne (vermelho vibrante) e retardando os processos oxidativos. A adição *post mortem* de α -tocoferol à carne não é efetiva como é na suplementação da dieta, pois o α -tocoferol não se incorpora diretamente dentro das membranas onde se inicia a oxidação dos lipídeos (MITSUMOTO et al., 1993).

Macit et al. (2002) estudaram os efeitos da suplementação de vitamina E sobre as características qualitativas da carne de cordeiros da raça Morkaraman, o grupo experimental recebeu 45 mg de vitamina E por dia durante 75 dias, resultando em melhorias na conversão alimentar (8,8%) e aumento do ganho de peso diário (6,7%), quando comparado ao grupo controle. Porém, não foi observado diferenças entre os dois grupos para as características de carcaça e os atributos da carne.

A carne tornou-se um alimento de grande consumo, sendo considerada um alimento nobre pelo alto valor biológico de suas proteínas, vitaminas do complexo B e

minerais, como ferro e zinco, e os consumidores estão cada vez mais seletivos e exigentes, em busca por produtos de alta qualidade. Contudo, quando em condições de varejo a carne pode sofrer alterações, como a oxidação lipídica e descoloração da sua superfície, prejudicando a palatabilidade e diminuindo seu tempo de prateleira. Diante do exposto, se faz necessário desenvolvimento de novas técnicas que possam garantir maior qualidade da carne quando nas condições de estocagem, e uma das alternativas estudadas é o uso da vitamina E em dietas oferecidas aos animais, que por sua ação antioxidante, pode retardar a oxidação lipídica e diminuir a oxidação de mioglobina da carne (JUÁREZ et al., 2012; LAUZURICA et al., 2005; RIPOLL et al., 2011; SILVA et al., 2011; ZEOLA; GERON, 2006; KASAPIDOU et al., 2012).

5 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA JUNIOR, G. A. et al. Desempenho, características de carcaça e resultados econômicos de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grão úmido de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 1048-1059, 2004.
- ALMEIDA, P. J. P. **Suplementação para ovinos em pastejo na época seca**. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.
- ALVES, K. S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1937-1944, 2003.
- AMORATI, R. et al. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radicals with cardanol derivatives. **Journal of Chemistry Society, Perkin Transactions 2**, Cambridge, p. 2142-2146, 2001.
- ANTONELLI, A. C. et al. Efeito de diferentes fontes energéticas na predisposição para urolitíase em cabritos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 13, p. 487-493, 2012.
- ARRIGONI, M. B. et al. Aditivos para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 9., 2001, Piracicaba/SP. **Anais...** Piracicaba/SP: FEALQ, 2001. v. 9, p. 461-495.
- BEAUCHEMIN, K. A. et al. Effects of crude protein content, degradability and energy concentration of the diet on growth and carcass characteristics of market lambs fed high concentrate diets. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 75, p. 387-395, 1995.
- BENCHAAR, C. et al. A review of plant derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 209-228, 2008.
- BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 166-167, p. 338-355, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 45, de 22 de novembro de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 nov. 2016. Seção 1, p. 229. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=6&data=30/11/2016>>. Acesso em: 30 de Nov. de 2016.
- BRASIL. Instrução normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento Técnico sobre Aditivos para Produtos destinados à Alimentação Animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 dez. 2004. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=133040692>>. Acesso em: 10 Nov. 2017.

BREMM, C. et al. Efeito dos níveis de suplementação sobre o comportamento ingestivo de bezerras em pastagem de Aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 387-397, 2005.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3122-3130, 1995.

BÜRGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 236-242, 2000.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

BUSQUET, M. et al. Effect of garlic oil and four of its compounds on rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 88, p. 4393-4404, 2005.

CALSAMIGLIA, S. et al. Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation: a review. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 90, p. 2580-2595, 2007.

CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 46, n. 6, p. 1914-1920, 2002.

CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; PERES, J. R. et al. Desempenho de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas, alimentados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 129-133, 1999.

CERVIERI, R. C. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: importância da utilização de subprodutos da agroindústria em dietas de maior inclusão de concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – RECENTES AVANÇOS NA NUTRIÇÃO DE BOVIOS CONFINADOS, 4., 2009, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ, 2009. CD-ROM.

CHAGAS, L. J. **Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta**. 2015. 135 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba SP. 2015.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERG, C. J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, New York, v. 12, n. 5, p. 639-649, 2000.

COMBS, G. F. J. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. 3rd ed. Amsterdam: Academic Press, 2008.

- CONEGLIAN, S. M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- COSTA, P. et al. Muscle fiber and fatty acid profiles of Mertolenga- PDO meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 78, p. 502-512, 2008.
- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 77, p. 132-144, 1994.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Statistic**. 2014. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Guidance for industry: frequently asked questions about GRAS**. 2016. Disponível em: <<https://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/UCM525233.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2017.
- FRANÇOIS, P. et al. Características de carcaça de ovelhas de descarte: um estudo de correlação. In: SEMINÁRIO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 3., 2009, Dois Vizinhos. **Anais... Dois Vizinhos: UTFPR**, 2009.
- GADAM, P. H.; SAMPATHKUMARAN, P. S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. **Progress in Organic Coatings**, Amsterdam, v. 14, p. 115-157, 1986.
- GERON, L. J. V. et al. Suplementação concentrada para cordeiros terminados a pasto sobre custo de produção no período da seca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 797-808, 2012a.
- GERON, L. J. V. et al. Desempenho de cordeiros em terminação suplementados com caroço de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) e grão de milho moído (*Zea mays* L.). **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 34-42, 2012b.
- HADDAD, S. G.; HUSEIN, M. Q. Effect of dietary energy density on growth performance and slaughtering characteristics of fattening Awassi lambs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 87, p. 171-177, 2004.
- HERMUCHE, P. M. et al. Dynamics of sheep production in Brazil. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Basel, v. 2, p. 665-679, 2013.
- HIMEJIMA M.; KUBO, I. Antibacterial agents from the cashew *Anacardium-occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 39, n. 2, p. 418-421, 1991.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2014. v. 42, p. 1-39.

JUÁREZ, M. et al. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. **Meat Science**, Amsterdam, v. 90, p. 764-769, 2012.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix**, Doetinchem, v. 8, n. 3, p. 16-18, 2000.

KASAPIDOU, E. et al. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere packs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 90, p. 908-916, 2012.

KUBO, I.; KOMATSU, S.; OCHI, M. Molluscicides from the cashew *Anacardium occidentale* and their large-scale isolation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 34, p. 970-973, 1986.

KUBO, I.; ICHI NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 26, p. 7624-7628, 2003.

KUBO, I.; MASUOKA, N. Antioxidant activity of anacardic acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 99, n. 3, p. 555-562, 2006.

KUBO, I.; MUROI, H.; KUBO, A. Naturally occurring antiacne agents. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 57, p. 9-17, 1994.

LAGES, A. S. C. **Suplementação nutricional de novilhos nelore com alpha tocoferol (vitamina E) e seus efeitos na qualidade da carne**. 2004. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. **Feed Mix**, Doetinchem, v. 18, n. 6, p. 24-27, 2000.

LAUZURICA, S. et al. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. **Meat Science**, Amsterdam, v. 70, p. 639-64, 2005.

LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3131-3140, 1995.

LOYOLA, V. R.; PAULE, B. J. A. Utilização de aditivos em rações de bovinos: aspectos regulatórios e de segurança alimentar. In: VIII SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. MINERAIS E ADITIVOS PARA BOVINOS, 8., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 213-223.

MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N. Análise econômica da produção de carne de cordeiros sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 677-680, 2000.

- MACIT, M. et al. Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 63, p. 51-55, 2002.
- MAGALHÃES, K. A. et al. **Panorama e perspectiva nacional da ovinocultura e caprinocultura**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015.
- MAHGOUB, O.; LU, C. D.; EARLY, R. J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, p. 35-42, 2000.
- MARSIGLIO, B. N. **Óleos funcionais em dieta alto grão para Ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos Nutrientes, desempenho, características da Carcaça e do músculo *longissimus dorsi***. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR. 2012.
- MATOS, B. C. Uso de aditivos na pecuária leiteira: revisão. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 9, Ed. 20, 2008.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 732-741, 2009.
- McDOWELL, L. R. et al. Vitamin E supplementation for ruminant. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 60, p. 273-296, 1996.
- McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 84, p. 194-203, 2001.
- MEDEIROS, G. R. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 718-727, 2009.
- MENEZES, L. F. G. **Avaliação de diferentes sistemas de alimentação sobre as características que afetam a qualidade da carcaça e da carne**. 2008. 161 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- MITSUMOTO, M. et al. Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 1812-1816, 1993.
- MOHAMMED, N. et al. Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation in vitro and in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1839-1846, 2004.
- MURAKAMI, A. E. et al. Effects of functional oils on chickens challenged with coccidiosis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 39, 2009.

- MUROI, H.; KUBO, I. Bactericidal activity of anacardic acids against *Streptococcus mutans* and their potentiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 10, p. 1780-1783, 1993.
- NAGABHUSHANA, K. S.; SHOBHA, S. V; RAVINDRANATH, B. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal of Natural Products**, Washington, v. 58, n. 5, p. 807-810, 1995.
- NOTTER, D. R.; KELLY, R. F.; McCLAUGHERTY, F. S. Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production: II. Lamb growth, survival and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 22-23, 1991.
- NOVAK, A. F.; CLARK, G. C.; DUPUY, H. P. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid oleic acid derivatives. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Heidelberg, v. 38, n. 6, p. 321-324, 1961.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, DC: National Academic Press, 2007. 362 p.
- OGUNNIYI, D. S. Castor oil: a vital industrial raw material. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 97, n. 9, p. 1086-1091, 2006.
- OLIVEIRA, M. S. C. et al. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, Amsterdam, v. 117, n. 3, p. 165-170, 2011.
- PEARSON, A. M.; LOVE, J. D.; SHORTLAND, F. B. "Warmed-over" Flavor in meat, poultry and fish. **Advances in Food Research**, Maryland Heights, v. 23, p. 1-74, 1977.
- PHY, T. S.; PROVENZA, F. D. Sheep fed grain prefer foods and solutions that attenuate acidosis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 954-960, 1998.
- PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; MOURÃO, R. C. et al. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso:concentrado na dieta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 407-411, 2009.
- PIRES, C. C. Desempenho e características da carcaça de cordeiros de três grupos genéticos abatidos ao mesmo estágio de maturidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 155-158, 1999.
- PÖTTER, L. et al. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, p. 992-1001, 2010.
- PUREVJAV, T. et al. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 29, p. 426-434, 2013.
- REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de Ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 2006. p. 1-40.

RIBEIRO, T. M. D. **Sistemas de alimentação de cordeiros para produção de carne**. 2006. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

RIPOLL, G.; JOY, M.; MUÑOZ, F. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 87, p. 88-93. 2011.

SANTRA, A. et al. Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on fermentation characteristics and ciliate protozoal populations in rumen of lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 47, p. 203-212, 2003.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Produção de carne ovina**. 2013. Disponível em: <<http://www.sebraesp.com.br/index.php/165%20produtosonline/administracao/publicacoes/artigos/8030-producao-de-carne-ovina-pode-ser-mais-rentavel-quebovina>>. Acesso em: 01 fev. 2017.

SILVA, V. C. et al. Suplementação de ovinos com vitamina e, sua repercussão na qualidade da carne: revisão. **Ciência Animal**, Fortaleza, v. 21, n. 2, p. 135-142, 2011.

SILVA, A. P. S. et al. Feed additives on performance and carcass traits of cattle fed abruptly high concentrate diets. In: CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, WCAP, 11., 2013, Pequim. **Proceedings...** Pequim, 2013. p. 318.

SIMITZIS, P. E. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, Amsterdam, v. 79, p. 217-223, 2008.

SOUZA, F. A. A.; LOPES, M. A.; DEMEUI, F. A. Panorama da ovinocultura no estado de São Paulo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 384-388, 2008.

SUSIN, I. Confinamento de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p. 454-460.

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, Luxembourg, 2003. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

TREVISAN, M. T. S. et al. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, Kidlington, v. 44, n. 2, p. 188-197, 2006.

URANO, F. S. **Grão de soja na alimentação de cordeiros: desempenho, característica da carcaça e digestibilidade de nutrientes**. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

VAISMAN, B.; SHIKANOV, A.; DOMB, A. J. The Isolation of ricinoleic acid from castor oil by salt-solubility-based fractionation for the biopharmaceutical applications. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Heidelberg, v. 85, n. 2, p. 169-184, 2008.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of fatty acid derivatives on rumen methane and propionate in vitro. **Applied Microbiology**, Washington, v. 21, n. 2, p. 365-366, 1971.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca, New York: Comstock Publishing, 1994. 476 p.

VIANA, J. G. A.; MORAES, M. R. E.; DORNELES, J. P. Dinâmica das importações de carne ovina no Brasil: análise dos componentes temporais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 2223-2234, 2015.

VIANA, J. G. A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, v. 4, n 12, 2008. 9 p.

VIERA, C.; FETZER, S.; SAUER, S. K. Pro- and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. **Archives of Pharmacology**, Berlin, v. 364, n. 2, p. 87-95, 2001.

WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 63, p. 621-629, 2004.

ZAWADZKI, F. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. 1 CD-ROM.

ZEOLA, L. M.; GERON, L. J. V. Vitaminas. IN: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 583.

CAPÍTULO II

EFEITOS DE ÓLEOS FUNCIONAIS E VITAMINA E SOBRE OS PARÂMETROS SANGUÍNEOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO, DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARCAÇA DE CORDEIROS CONFINADOS

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais (rícino e do LCC) e da vitamina E em dietas de alto concentrado para cordeiros confinados, sobre os parâmetros sanguíneos, comportamento ingestivo, desempenho e qualidade de carcaça. Utilizou-se 30 cordeiros sem padrão racial definido (12 machos não castrados e 18 fêmeas), com idade média de quatro meses e peso vivo inicial de $26 \pm 3,6$ kg para fêmeas e $28 \pm 3,6$ kg para machos. Os animais foram distribuídos em blocos casualizados conforme o peso vivo inicial, considerando efeito de sexo, em três dietas experimentais, com 10 repetições cada. A relação volumoso:concentrado da dieta com base na matéria seca (MS) foi de 15:85. Sendo as dietas, CTL: controle, sem inclusão de aditivos, OLE: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) e OLEVIT: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) + vitamina E (500 UI.kg^{-1} MS). Durante o período experimental foram avaliados os parâmetros sanguíneos e fisiológicos, comportamento ingestivo e o desempenho dos animais. O peso corporal de abate foi (PVF) de $38 \pm 4,2$ kg e $47 \pm 4,3$ kg, fêmeas e machos, respectivamente. Após o abate determinou-se o peso de carcaça quente (PCQ) e pH 1 e 24 horas. Avaliou-se a área de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e cor da carne. Para o comportamento ingestivo utilizou-se o procedimento GLIMIX e para os demais parâmetros avaliados o PROC MIXED, ambos do programa SAS®, a significância foi declarada quando $P < 0,05$. Observou-se efeito de sexo ($P < 0,05$) para os parâmetros pH (pH-F), bicarbonato ($\text{HCO}_3\text{-F}$), teor de dióxido de carbono ($\text{TCO}_2\text{-F}$) e excesso de base (EB-F) da colheita sanguínea final, machos tiveram maiores valores. Para frequência respiratória houve interação entre dieta*período ($P < 0,05$) e para temperatura retal e cortisol sérico houve efeito de período ($P < 0,05$), o aumento dos valores destes parâmetros comprovaram o desencadeamento do estresse térmico. No comportamento ingestivo teve interação sexo*período ($P < 0,05$) para atividade “ruminando” (R) e “interagindo” (IN). Para as atividades “comendo” (C) e “ócio” (O) houve efeito de período ($P < 0,05$) e de sexo ($P < 0,05$). Houve efeito de dieta ($P < 0,05$) para as atividades “O” e “IN”. Para PVF, ingestão de matéria seca, ganho de peso médio

diário, eficiência alimentar e conversão alimentar, observou efeito de sexo ($P < 0,05$), machos tiveram melhores resultados. Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) às análises pH1h, PCQ e rendimento nas carcaças, as fêmeas obtiveram menores resultados. Os aditivos óleo funcional e vitamina E utilizados nas dietas experimentais não afetou o comportamento ingestivo, os parâmetros sanguíneos e fisiológicos, bem como o desempenho dos animais.

Palavras-chave: Comportamento ingestivo. Desempenho. Qualidade de carcaça. Ovinos.

CHAPTER II

Effects of functional oils and vitamin E on blood parameters, ingestive behavior, performance and carcass quality of confined lambs

The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of functional oils (castor oil and LCC) and vitamin E on high concentrate diets for feedlot lambs on blood parameters, feeding behavior, performance and quality of carcass. Thirty lambs (12 not castrated male and 18 female) with no particular racial pattern defined, but with an average age of 4 (four) months were used in this study. The initial weight was 26 ± 3.6 kg for the females and 28 ± 3.6 kg for the males. The animals were distributed in randomized blocks according to its initial live weight and sex, in three diets, with 10 (ten) repetitions each. The voluminous:concentrate ratio of diet based on dry matter (DM) was 15:85. Being diets, CTL: control, without inclusion of additives, OLE: inclusion of functional oils (500 mg.kg^{-1} DM), OLEVIT: inclusion of functional oils (500 mg.kg^{-1} DM) + vitamin E (500 IU.kg^{-1} DM). During the experimental period the blood and physiological parameters, feeding behavior and the performance of the animals were evaluated. The slaughter body weight was (FBW) of 38 ± 4.2 kg for the females and 47 ± 4.3 kg for the males. After the slaughter, it was determined the hot carcass weight (HCW) and the pH values (1h e 24h). The rib eye area, subcutaneous fat thickness, and the color of the meat were evaluated. For feeding behavior were used the procedure GLIMIX and for the other parameters were evaluated the PROC MIXED, both of the SAS® program, the significance was declared when $P < 0.05$. It was observed the influence of the gender ($P < 0.05$) on the pH (pH-F), bicarbonate ($\text{HCO}_3\text{-F}$), carbon dioxide content ($\text{TCO}_2\text{-F}$) and base excess (EB-F) final harvest parameters. The male gender was associated with higher values. The respiratory frequency was found to be related with the interaction between diet and period ($P < 0.05$), and the serum cortisol and rectal temperature was observed to be related with the period in ($P < 0.05$). The increase in the values of these parameters can confirm the onset of the thermal stress. For the feeding behavior, there was interaction between sex and period ($P < 0.05$) for "ruminating" (R) and "interacting" (IN) activities. The "eating (E)" and "idleness (ID)" activities was found to be related to the period ($P < 0.05$) and to the gender ($P < 0.05$). An effect of diet ($P < 0.05$) was observed for "ID" and "IN" parameters. For FBW, dry matter intake, average daily weight gain, feed efficiency and feed conversion there was a sex effect ($P < 0.05$), males had better results. There was a gender effect ($P <$

0.05) on pH1h, HCW, and carcass yield analyses. The females obtained lower results. There was sex effect ($P < 0.05$) for analyses the pH1h, HCW, and carcass yield, the females obtained lower results. The functional oils and vitamin E additives used in the experimental diets did not affect the ingestive behavior, the blood and physiological parameters, as well as the performance of the animals.

Key words: Feeding behavior. Performance. Carcass quality. Sheep.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a ovinocultura sofreu mudanças significativas para melhor consolidação da cadeia produtiva de carne brasileira, através de melhorias nos sistemas de produção em busca do aumento no volume produzido, bem como da qualidade do produto para atingir o mercado competitivo (SOUZA et al., 2008).

O uso do sistema de terminação de cordeiros em confinamento permite facilmente atingir as necessidades nutricionais dos animais, com o uso de dietas de elevado teor de concentrado em busca de melhores resultados na produção animal, terminação em menor tempo, ganho de peso significativo e acabamento de carcaças uniformes (CERVIERI, 2009; SUSIN, 2001).

Para que a produção ovina seja técnica e economicamente viável é necessário, entre outros fatores, que a alimentação dos animais apresente o menor custo possível, sem que haja prejuízo no valor nutritivo da dieta, visto que a qualidade e quantidade do alimento ingerido são fatores determinantes da maior ou menor disponibilidade de nutrientes para o processo fisiológico do animal e, conseqüentemente, do seu desempenho (CUNHA et al., 2001). Por meio de avaliações *in vivo*, é possível realizar ajustes na nutrição e manejo dos animais, a fim de obter melhores resultados de produção.

O uso de mecanismos e/ou substâncias, como os aditivos alimentares, possibilita aumentar a eficiência do uso das dietas, visando assim melhorar a digestibilidade do alimento, otimizar a conversão dos nutrientes consumidos em produtos comestíveis e garantir melhores resultados para o desempenho dos animais. Desde 1975 os antibióticos, ionóforos, produzidos principalmente por bactérias do gênero *Streptomyces* (REIS, 2006), são utilizados na alimentação de ruminantes como aditivos promotores de crescimento (McGUFFEY, 2001), com intuito de melhorar o desempenho animal pelo aumento da eficiência energética junto às dietas. Entretanto, o uso indiscriminado dos antibióticos ao longo dos anos demonstrou que tanto os microrganismos patogênicos como os desejáveis à saúde animal eram destruídos. Tais problemas somados àqueles relacionados à saúde pública, à segurança alimentar, meio ambiente e bem-estar animal levou alguns países à proibição e/ou restrição do uso de antibióticos na nutrição animal, como a União Europeia em 2006, por meio da Regulamentação 1831/2003/EC.

Neste sentido, pesquisas vem sendo desenvolvidas em busca de meios alternativos e substâncias naturais que atuem igual ou similarmente aos antibióticos, como os óleos

funcionais (OF) (CALSAMIGLIA et al., 2007; CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; PUREVJAV et al., 2013; SILVA et al., 2013).

Os OF são todos os óleos que, além de suas propriedades energéticas, apresentam variadas funções, como anti-inflamatório, antioxidante, antimicrobiana, dentre outras. O óleo de rícino ou mamona (*Ricinus communis*) e o líquido da casca de castanha de caju (LCC) (*Anacardium occidentale*) são exemplos de OF que têm sido utilizados de forma combinada (CHAGAS, 2015; CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; SILVA et al., 2013; ZAWADZKI et al., 2010). Se faz necessário o estudo desses óleos na nutrição animal, sua atuação e resultados sobre os aspectos qualitativos e quantitativos no desenvolvimento de produtos de origem animal.

A vitamina E, um composto natural, desempenha atividade antioxidante, e pode ser utilizada com aditivo na alimentação animal objetivando sua ação sobre as características qualitativas da carne, diminuindo a ação dos radicais livres sobre as membranas celulares e consequentemente retardando a oxidação lipídica, o uso da vitamina E pode contribuir com o sistema de produção de carne por estar diretamente relacionados à qualidade final do produto carneo (BUCKLEY et al., 1995; PEARSON et al., 1977).

Diversas ferramentas de pesquisas são utilizadas na busca de melhorias nos sistemas produtivos, tais como avaliação do perfil metabólico sanguíneo, que objetiva avaliar o *status* nutricional do animal a fim de verificar se o mesmo está respondendo positivamente à dieta, associado a isso pode-se realizar estudos do comportamento ingestivo, deste modo a ajustar o manejo alimentar a fim de obter melhor desempenho animal (CAVALCANTI, 2008) e consequentemente resultados positivos em relação às características de carcaça e da carne.

Portanto o objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais (rícino e LCC) associados à vitamina E, em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados, sobre os parâmetros sanguíneos, comportamento ingestivo e desempenho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Local e instalações

O projeto de pesquisa foi aprovado pela CEUA nº 4902040815, estando de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA, FMVZ-USP).

O estudo foi conduzido no Biotério de Pesquisa em Biometeorologia, Etologia e Bem-estar animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), da Universidade de São Paulo (USP), Campus Fernando Costa, Pirassununga, SP, utilizando o confinamento experimental da unidade universitária, com os animais em galpão coberto por telhas de fibrocimento pintadas de branco, piso de chão batido com cama de feno imprópria para o consumo em baias individuais com dimensão de 1,2 x 1,3 metro, com cochos individuais e bebedouros automáticos (Figura 3).

Figura 3- Instalações do confinamento de cordeiros

Fonte: Própria autoria.

Animais e alimentação

Foram utilizados 30 cordeiros sem padrão racial definido (12 machos não castrados e 18 fêmeas), com idade média de quatro meses e peso vivo inicial médio de $26 \pm 3,6$ kg para fêmeas e $28 \pm 3,6$ kg para machos. Os animais foram identificados com colares numerados, receberam vermífugo, foram pesados e alojados individualmente nas baias, onde permaneceram confinados por 75 dias e em seguida, abatidos.

Todos os tratamentos foram compostos por uma dieta padrão, diferenciando-se apenas quanto aos aditivos utilizados. As rações experimentais foram compostas por 85% de concentrado e 15% de volumoso, sendo este a silagem de milho, com base na matéria seca (Tabela 2).

Os cordeiros foram distribuídos em blocos casualizados, de acordo com o peso vivo inicial (leve, intermediário e pesado), considerando o sexo (dois níveis), divididos em três dietas, sendo o CTL: controle, sem inclusão de óleos funcionais e/ou vitamina E, OLE: dieta com inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) e OLEVIT: dieta com inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) + vitamina E ($500 \text{ UI mg.kg}^{-1}$ MS). Foi utilizado fubá de milho extra fino como veículo para a oferta dos aditivos e também ao tratamento controle, adicionando-os diretamente nos cochos somente no período da manhã.

Os alimentos oferecidos foram pesados diariamente e individualmente, as sobras foram calculadas para não ultrapassar 10% do peso total da dieta. O ajuste do fornecido da ração foi feito diariamente, considerando os valores das sobras. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, no período da manhã às 08:00 horas e à tarde às 16:00 horas, por meio do fornecimento do concentrado juntamente com o volumoso (mistura total manual), metade do ofertado distribuído durante os dois momentos. As sobras dos alimentos foram pesadas diariamente para avaliação da ingestão da matéria seca em kg e em porcentagem do peso vivo, eficiência alimentar e conversão alimentar. Os animais foram pesados em intervalos de 14 dias, sem jejum, pela manhã, antes da oferta das dietas.

Análises bomatológicas das rações

Duas vezes por semana o alimento ofertado e as sobras de cada tratamento foram amostradas, armazenadas em sacos plásticos, identificadas e mantidas em freezer (-18°C). Ao final do experimento as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e para

realização da análise bromatológica foram formadas amostras compostas, tanto do ofertado como das sobras de cada tratamento. Essas amostras foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas, para determinação da matéria pré-seca, em seguida foram trituradas em moinho do tipo “Willey”, com poros de 1 mm e acondicionadas em frascos de vidro com tampa para posteriores análises.

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) foram realizadas conforme a metodologia de Weende (SILVA, 1981). Para determinação do valor do nitrogênio (N) foi utilizado o método de Kjeldahl (SILVA, 1981). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme metodologia de Van Soest (1994). O cálcio (Ca) foi determinado por espectrometria de absorbância atômica e o fósforo (P) por colorimetria (AOAC, 2005).

Os valores médios obtidos da composição químico-bromatológica dos alimentos oferecidos estão na Tabela 2.

Tabela 2 - Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais, em porcentagem de matéria seca (% MS)

INGREDIENTE	CTL	OLE	OLEVIT
Silagem de milho	15,0	15,0	15,0
Milho grão moído	73,50	73,50	73,50
Farelo de soja	7,0	7,0	7,0
Ureia	1,0	1,0	1,0
Suplemento mineral ¹	1,5	1,5	1,5
Sulfato de amônia	1,0	1,0	1,0
Calcário calcítico	1,0	1,0	1,0
Óleos funcionais (g/kg)	0,0	0,5	0,5
Vitamina E (UI/kg)	0,0	0,0	500
NUTRIENTE			
Matéria Seca	70,16	69,79	68,94
Matéria Mineral	4,38	4,19	4,38
Extrato etéreo	3,67	3,68	3,76
Proteína Bruta	14,39	14,79	14,38
FDN	17,37	16,58	18,34
FDA	7,28	7,40	7,86
Cálcio	0,68	0,67	0,61
Fósforo	0,36	0,35	0,34

¹Suplemento Mineral – níveis de garantia por kg: fósforo 75 g; cálcio 134 g; sódio 145 g; magnésio 10 g; zinco 4600 mg; cobre 300 mg; enxofre 70 g; manganês 1100 mg; ferro 500 mg; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; CTL: sem adição de óleos funcionais ou vitamina E; OLE: contendo 500 mg.kg-1 MS de óleos funcionais; OLEVIT: contendo 500 mg.kg-1 MS de óleos funcionais e 500 UI de Vitamina E kg⁻¹ de MS.

Fonte: Própria autoria.

Perfil metabólico sanguíneo

Durante o período experimental foram realizadas duas colheitas de sangue, no período da manhã antes da oferta das rações, para determinar o perfil metabólico sanguíneo e avaliar o *status* nutricional dos cordeiros. A primeira colheita ocorreu com 25 dias de confinamento e a última colheita com 72 dias (três dias antes do abate), para assim realizar a comparação dos dados, obtidos antes e após os animais receberem as dietas experimentais.

Para colheita sanguínea os animais foram contidos nas baias, preservando a integridade física e evitando ao máximo o estresse dos mesmos. O sangue foi retirado diretamente da veia jugular externa com o uso de seringas específicas (S-Monovette® LI-HEP 2,0 ml), sendo aproximadamente 1,5 ml de sangue por animal, conforme recomendado pelo fabricante. Em seguida, as amostras foram processadas em analisador portátil (i-STAT®, Abott Park, IL, USA), sendo inserida uma alíquota de sangue diretamente no cartucho (CG⁸⁺® Abott Park, IL, USA), que foi introduzido no analisador e os resultados foram gerados.

Os cartuchos utilizados forneceram para cada amostra os dados de potencial de hidrogênio (pH), pressão parcial de gás carbônico (pCO₂, mmHg), pressão parcial de oxigênio (pO₂, mmHg), teor de dióxido de carbono (TCO₂, mmHg), excesso de base (EB, mM/l) e bicarbonato (HCO₃⁻, mM/l).

Desafio do Estresse por Calor

Para avaliar o efeito dos óleos funcionais e da vitamina E como possíveis agentes anti estressores, duas semanas antes do abate, seis cordeiros (machos e fêmeas) de cada tratamento foram selecionados com base na homogeneidade física (desprovidos de lã, cor de pelo e pelagem semelhantes), permaneceram cinco horas consecutivas (11:00 às 16:00 horas) em piquetes cercados, desprovidos de sombra e alimento, havendo somente água à disposição, para o desencadeamento de um possível estresse térmico pontual.

Para avaliar o nível de estresse dos cordeiros, antes (PA) de serem deslocados aos piquetes foi avaliado a frequência respiratória (FR, mov/min) com auxílio de um cronômetro e observação visual dos movimentos do flanco durante um minuto e a temperatura retal (TR, °C) com o uso de termômetro digital, além da colheita de sangue para determinação do nível sérico de cortisol, conforme descrito por Campos et al. (2005),

por meio da punção da veia jugular de cada animal, com agulhas hipodérmicas e tubos *vacutainer*. As amostras de sangue foram centrifugadas, por 15 minutos a 3000 rpm, para obtenção do soro sanguíneo, então divididos em frações e congeladas a -20°C, por meio de eletroquimioluminescência (ECLIA). Após o período de estresse térmico (PD) foi avaliada a FR e a TR, e nova colheita de sangue, para comparação dos resultados.

O valor médio da temperatura e da umidade relativa do local em que os animais permaneceram sob estresse térmico foi de 30°C e 38%, respectivamente, obtidos com uso do globo negro e higrômetro digital, posicionando-o próximo aos piquetes em que os animais permaneceram.

Comportamento ingestivo

Durante três dias consecutivos foi avaliado o comportamento ingestivo dos animais de acordo com a metodologia descrita por Martin e Bateson (1986), com adaptações, por meio de colheita instantânea, com rota de amostragem focal e intervalo amostral de 10 minutos, de forma direta. No primeiro (P1) e terceiro (P3) dia a observação foi de 12 horas contínuas, das 08:00 às 20:00 horas e no segundo (P2) dia a observação ocorreu em dois períodos, das 08:00 às 10:00 horas e das 17:00 às 20:00 horas, totalizando 29 horas de observação.

As observações foram feitas por pessoas treinadas para tal atividade e posicionadas estrategicamente de forma a não incomodar os animais, considerando o etograma de trabalho disposto na Tabela 3, onde estão descritos os comportamentos observados e suas definições. Para observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, sendo necessária a adaptação dos animais por um período de dez dias antes de iniciar as observações comportamentais.

Tabela 3 - Etograma de trabalho: observações referentes ao comportamento ingestivo dos cordeiros e suas definições

Comportamento Observado	Definição do Comportamento
Comendo	A cabeça do animal permanece dentro do comedouro com a boca em contato com a ração.
Ruminando	Animal mastigando, em pé ou deitado, com movimentos dorsos-ventrais e latero-laterais de mandíbula.
Ócio	Animal em estação, em pé ou deitado, sem movimentos de mastigação.
Interagindo	Animal envolvido com material da cama, da gaiola e com outro animal.
Outros	Animal bebendo água, distração com movimentos e barulhos, urinando, defecando.

Fonte: Própria autoria.

Desempenho

Para avaliação do desempenho dos animais foram utilizadas as medidas tomadas durante todo o período experimental. O peso vivo inicial (PVI, kg) foi determinado no primeiro dia de confinamento, posteriormente foram realizadas cinco pesagens com intervalos de 14 dias, totalizando 51 dias de experimento. Foi calculada a ingestão de matéria seca em kg (IMS, kg) e em porcentagem do peso vivo (IMS, %PV), o ganho de peso médio diário (GMD, kg), a eficiência alimentar (EA, kg) e a conversão alimentar (CA, kg).

A IMS foi obtida pela diferença entre a quantidade oferecida e as sobras (kg/dia). Para IMS %PV utilizou-se o seguinte cálculo $IMS \%PV = (IMS * 100) / PVF$. A evolução do ganho de peso dos cordeiros foi calculada por regressão dos pesos obtidos em função dos dias de confinamento, como medidas repetidas no tempo. Para determinação da EA utilizou-se: $EA (kg) = kg \text{ ganho} / kg \text{ IMS}$ e para CA $(kg) = kg \text{ IMS} / kg \text{ ganho}$, durante o período experimental.

Abate

Os animais permaneceram confinados por 75 dias e abatidos com peso corporal (PVF, kg) de $38 \pm 4,2 \text{ kg}$ e $47 \pm 4,2 \text{ kg}$, fêmeas e machos, respectivamente, no Abatedouro-Escola da Universidade de São Paulo (SISP 0830), Campus Fernando Costa, Pirassununga, SP, de acordo com as recomendações do RIISPOA (BRASIL, 1997). As carcaças foram conduzidas à câmara fria, entre 0 e 6°C, permanecendo por 24 horas, após foi realizada a desossa e coletadas amostras do músculo *longissimus dorsi* (LD),

embaladas a vácuo e congeladas a -20°C para a realização das análises descritas a seguir. Amostras destinadas às análises de perfil de ácidos graxos (PAG) e colesterol total (CT) foram congeladas a -80°C.

Avaliação das carcaças

Peso de carcaça quente e Rendimento de carcaça

Logo após o abate foi realizada a pesagem das carcaças quente (PCQ, kg). E para o rendimento das carcaças (RC, %) utilizou-se a seguinte equação, $RC = (PQC/PVF) \times 100$.

pH

O pH das carcaças foi avaliado uma hora após o abate (pH1h). A medida foi realizada no músculo LD da meia carcaça direita, na altura da 12ª costela, usando-se peagômetro digital, com sondas de penetração (Hanna Instruments, modelo HI 99163). O pH foi avaliado novamente após 24 horas (pH 24 hr) de resfriamento das carcaças.

Área de lombo e Espessura de gordura subcutânea

As medidas de área de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) foram realizadas em amostras do LD das meias carcaças esquerdas, durante a desossa, entre a 12ª e 13ª costelas, utilizando régua quadriculada específica, com medidas em centímetros quadrados (cm²) para AOL e com um paquímetro digital (Amatools®, modelo ZAAS Precision) graduado em milímetros (mm) para EGS.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC). Foram utilizados 30 animais, distribuídos em três blocos, de acordo com o peso vivo inicial (leve, intermediário e pesado), considerando o sexo (com dois níveis) e três dietas (CTL, OLE e OLEVIT) com 10 repetições cada. Cada animal foi considerado uma unidade experimental.

Foi utilizado um DBC para as análises de cortisol sérico, temperatura retal e frequência respiratória, com 18 animais, considerando o modelo linear misto que contemplou os efeitos fixos de dieta e período (antes e depois do estresse térmico) e suas interações, além dos efeitos aleatórios de blocos e resíduos. Os dados foram analisados por meio do programa SAS®, procedimento PROC MIXED, que utiliza o método de máxima verossimilhança restrita para obter as soluções dos efeitos fixos e aleatórios. As médias quando significativas foram comparadas utilizando o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para avaliação do comportamento ingestivo foi utilizado o DBC, com 30 animais, e foi utilizado o modelo linear misto que contemplou os efeitos fixos para dietas, períodos (1, 2 e 3) e sexo (dois níveis), e suas interações, além dos efeitos aleatórios para blocos e resíduos. As porcentagens das frequências de ocorrência das diferentes variáveis categóricas relacionadas ao etograma sofreram transformação de escala dos dados para “arco-seno raiz de porcentagem das observadas para cada parâmetro comportamental”, procedendo-se à análise de variância e o procedimento para comparações múltiplas com os transformados. Para apresentação dos resultados os dados foram retornados à escala original (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os dados foram analisados por meio do programa SAS®, procedimento GLIMMIX. As médias quando significativas foram comparadas utilizando o teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para as avaliações de desempenho e características de carcaça, utilizou-se um modelo que contemplou os efeitos fixos de dieta (D) e sexo (S) dos animais e a interação D x S, além dos efeitos aleatórios de blocos e resíduos. A evolução do ganho de peso foi analisada regredindo os pesos observados em função dos dias de confinamento, respeitando a estrutura de medidas repetidas nas mesmas unidades experimentais. Os dados foram analisados por meio do procedimento PROC MIXED do programa SAS®, que utiliza o método de máxima verossimilhança restrita para obter as soluções dos efeitos fixos e aleatórios. As médias quando significativas foram comparadas utilizando o teste de Tukey ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação dieta x sexo ($P < 0,05$; Tabela 5) para o pH sanguíneo da colheita inicial (pH-I), no entanto, o valor médio desta característica foi considerado dentro da normalidade (7,34).

Somente as variáveis pH-F, $\text{HCO}_3\text{-F}$, $\text{TCO}_2\text{-F}$ e EB-F apresentaram efeito entre os sexos ($P < 0,05$), em que as fêmeas apresentaram valores menores em comparação aos machos, não houve interação entre os fatores estudados ($P > 0,05$), bem como não houve efeito entre as dietas ($P > 0,05$). As variáveis pCO_2 e pO_2 , tanto inicial como final, não apresentaram efeito de interação ($P > 0,05$), de dieta ($P > 0,05$) e nem de sexo ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Segundo Ortolani (2003), os valores normais para o conjunto de variáveis da análise gasométrica da espécie ovina criados em condições brasileiras são: pH (7,28 a 7,42); HCO_3 (19 a 25 mM/l); TCO_2 (19 a 26 mM/l); EB (-4 a 2 mM/l); pCO_2 (34 a 45 mmHg) e pO_2 (83 a 95 mmHg), sendo este último referência para sangue arterial.

Tabela 4 - Valores médios, desvios padrão e probabilidades das variáveis do perfil metabólico sanguíneo inicial (I) e final (F) de cordeiros confinados recebendo dietas experimentais

Parâmetro		Dieta			Sexo		Probabilidade		
		CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
pH	I	7,331 ± 0,01	7,338 ± 0,01	7,374 ± 0,01	7,350 ± 0,01	7,345 ± 0,01	0,0781	0,7562	0,0130
	F	7,387 ± 0,02	7,371 ± 0,02	7,399 ± 0,02	7,418 ± 0,01	7,354 ± 0,01	0,2997	0,0002	0,8023
pCO ₂	I	44,30 ± 1,39	44,63 ± 1,39	43,43 ± 1,39	44,51 ± 1,25	43,73 ± 1,02	0,8214	0,6347	0,2234
	F	40,14 ± 2,41	41,46 ± 2,42	40,88 ± 2,41	40,32 ± 2,25	41,33 ± 2,03	0,8898	0,6534	0,6235
pO ₂	I	33,83 ± 2,33	35,95 ± 2,34	35,76 ± 2,33	34,42 ± 2,13	35,95 ± 1,85	0,7395	0,5359	0,5425
	F	34,41 ± 1,94	32,98 ± 1,95	33,99 ± 1,94	33,58 ± 1,81	34,00 ± 1,64	0,7981	0,8152	0,8462
HCO ₃	I	23,45 ± 0,73	23,86 ± 0,74	25,43 ± 0,73	24,56 ± 0,66	23,94 ± 0,55	0,1417	0,4616	0,1861
	F	23,99 ± 0,79	23,94 ± 0,79	25,20 ± 0,79	25,97 ± 0,71	22,79 ± 0,58	0,4508	0,0020	0,4701
TCO ₂	I	24,79 ± 0,74	25,17 ± 0,74	26,58 ± 0,74	25,92 ± 0,66	25,11 ± 0,54	0,2176	0,3553	0,3228
	F	25,34 ± 0,84	25,20 ± 0,84	26,30 ± 0,84	27,17 ± 0,75	24,06 ± 0,62	0,6032	0,0037	0,4217
EB	I	-2,494 ± 0,85	-1,997 ± 0,85	0,087 ± 0,65	-1,167 ± 0,76	-1,770 ± 0,62	0,0927	0,5409	0,0552
	F	-1,000 ± 0,76	-1,292 ± 0,76	0,375 ± 0,76	1,333 ± 0,68	-2,611 ± 0,56	0,2777	0,0002	0,3671

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; I: Inicial; F: Final; pH: Potencial de hidrogênio; pCO₂: Pressão parcial de gás carbônico (mmHg); pO₂: Pressão parcial de oxigênio (mmHg); HCO₃: Bicarbonato (mM/l); TCO₂: Teor de dióxido de carbono (mM/l); EB: Excesso de base (mM/l).

Apesar de ter havido interação dieta x sexo do pH-I (Tabela 5), os valores obtidos para este parâmetro encontraram-se dentro da normalidade, confirmando que os animais não apresentaram problemas de alcalose ou acidose, metabólica ou respiratória, antes do período experimental.

Tabela 5 - Interação entre dietas e sexo para o parâmetro de pH sanguíneo obtido na colheita inicial

Dieta	Sexo		EPM	Probabilidade
	M	F		
CTL	7,30Bb	7,36Aa	0,02	0,0130
OLE	7,37Aa	7,30Bb		
OLEVIT	7,38Aa	7,36Aa		

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; EPM: Erro padrão da média; Letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Fonte: Própria autoria.

O pH fisiológico do sangue varia em torno de 7,4, próximo da neutralidade com leve tendência a alcalinidade e as reações metabólicas (HCO₃) ou respiratórias (CO₂) tendem a desviar continuamente o pH sanguíneo para ácido ou básico, podendo desencadear distúrbios de acidoses (queda do pH) ou alcaloses (aumento do pH) metabólica ou respiratória (ORTOLANI, 2003). Para pH-F do presente estudo, houve efeito de sexo (P < 0,05), em que os machos apresentaram maior valor (7,42) e mais próximo da neutralidade que as fêmeas (7,35), contudo os valores de ambos os sexos encontravam-se dentro da normalidade.

A pCO₂ sanguínea define a existência e o grau de distúrbio respiratório, relativo à eliminação do dióxido de carbono, portanto, quando o organismo acumula CO₂, devido a não eliminação adequada pela ventilação, o pH reduz, provocando acidose de origem respiratória e o inverso, quando há eliminação excessiva de CO₂ por hiperventilação, o pH se eleva desenvolvendo alcalose respiratória (SOUZA et al., 2006). Os valores de pCO₂ observados neste estudo apresentam-se dentro da normalidade, com valor médio de 44,12 mmHg para pCO₂-I e 40,83 mmHg para pCO₂-F.

O valor de pO₂ em amostras de sangue venoso associa-se a utilização do oxigênio pelos tecidos, porém não tem significado na apreciação de distúrbios do equilíbrio ácido-base, pois seus valores apresentam-se muito discrepantes e os valores de pO₂ em sangue venoso normal podem variar de 35 a 40 mmHg (SOUZA et al., 2006). No presente estudo, os valores encontrados para esta parâmetro, tanto na colheita sanguínea inicial (pO₂-I) como na final (pO₂-F), encontram-se próximos do valor mínimo mencionado pelo autor

supracitado, sendo 35,18 mmHg e 33,79 mmHg, para pO_2 -I e pO_2 -F, respectivamente, demonstrando normalidade do parâmetro independente das dietas e períodos de análise.

A principal base do sangue está representada pelo bicarbonato (HCO_3), parâmetro metabólico com valor médio de 24 mM/l. A redução do pH sanguíneo acompanhado pela queda do nível de HCO_3 acarreta acidose metabólica e o contrário pode ocasionar alcalose metabólica (ORTOLANI, 2003). O nível de bicarbonato sanguíneo dos animais apresentou-se dentro do valor de referência, sendo 24,25 mM/l para HCO_3 -I e 24,38 mM/l para HCO_3 -F. Contudo, houve efeito do sexo ($P < 0,05$), em que as fêmeas obtiveram valor de HCO_3 -F (22,79 mM/l) menor que os machos (25,97 mM/l).

Os teores de bicarbonato e TCO_2 sanguíneos seguem tendências paralelas, sendo que o primeiro é 95% do valor do TCO_2 . Quando o animal apresentar quadros de acidose ou alcalose metabólica irá diminuir ou aumentar os teores de bicarbonato e TCO_2 , respectivamente. Os níveis de TCO_2 encontrados estavam dentro do limite esperado para a espécie, as fêmeas apresentaram valor de TCO_2 -F (24,06 mM/l) menor ($P < 0,05$) que os machos (27,17 mM/l).

O EB é um parâmetro metabólico que indica indiretamente a quantidade de tampões existentes dentro do sangue, numa dada temperatura e pressão de dióxido de carbono, por isso os valores normais não são zero, mas em torno dele. Quanto mais negativos os valores de EB (menores que -4,0), maior é a perda de reserva de tampões no sangue, ou seja, maior o grau de acidose. O inverso pode ocorrer, e quão mais positivos os valores de EB (maiores que 2,0), maior a quantidade de tampões no sangue, consequentemente, maior o grau de alcalose (ORTOLANI, 2003). Os valores observados para EB tanto na colheita inicial (EB-I) como na final (EB-F) encontram-se dentro dos valores esperados para a espécie. As fêmeas apresentaram valor de EB-F (-2,61 mM/l) menor ($P < 0,05$) que os machos (1,33 mM/l).

Os valores encontrados para as variáveis do perfil metabólico sanguíneo dos cordeiros encontravam-se dentro da normalidade. Contudo, os valores obtidos para pH, HCO_3 , TCO_2 e EB da colheita de sangue final das fêmeas demonstrou leve tendência ao desenvolvimento de acidose metabólica, pois a associação desses parâmetros com a queda de seus níveis pode levar ao desencadeamento deste problema, entretanto não foi observada a ocorrência da acidose metabólica nas mesmas.

Na Tabela 6 encontram-se os valores médios, erro padrão e probabilidade dos parâmetros temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) avaliados antes dos

animais serem submetidos ao estresse térmico (PA) e após cinco horas de submissão ao estresse (PD).

Tabela 6 - Valores médios da temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) de cordeiros antes e depois do estresse térmico, das 11 às 16 horas com temperatura média de 30°C

Parâmetro	Dieta			Período		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	PA	PD	Dieta	Período	D*P
TR	39,6 ± 0,09	39,7 ± 0,09	39,6 ± 0,10	39,1 ± 0,09	40,1 ± 0,09	0,6520	<.0001	0,3081
FR	27 ± 1,71	25 ± 1,71	28 ± 1,82	16 ± 1,43	37 ± 1,43	0,5559	<.0001	0,0369

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); PA: antes dos animais serem submetidos ao estresse térmico; PD: após cinco horas de submissão ao estresse térmico; D*P: Interação entre dieta e período.

Fonte: Própria autoria.

A temperatura retal não foi diferente entre as dietas ($P > 0,05$) e não houve interação ($P > 0,05$) dieta x período. Entretanto, foi observado efeito ($P < 0,05$) entre os períodos avaliados. No PA, a TR dos animais apresentou-se dentro dos valores de referência (39,1°C), demonstrando que os cordeiros se encontravam em homeotermia. Já no PD, o valor médio observado foi de 40,0°C, podendo ser atribuindo esse aumento ao estresse pelo qual os animais passaram.

Observou-se interação ($P < 0,05$) entre dieta x período para FR (Tabela 7). Não houve efeito entre as dietas ($P > 0,05$) para cada período avaliado individualmente, o valor médio observado da FR no PA foi de 16,79 mov. min.⁻¹, dentro da faixa ideal, comprovando a homeostase dos animais antes do estresse térmico. Para PD, o valor médio foi de 37,69 mov. min.⁻¹, acima do normal e próximo ao primeiro nível de estresse, o estresse baixo (entre 40 e 60 mov. min.⁻¹), os aditivos utilizados nas dietas não apresentaram efeito sobre a FR, antes e depois do estresse. Entretanto, ao avaliar as dietas individualmente, verifica-se que houve efeito ($P < 0,05$) entre os períodos, em que no PA a FR dos animais apresentava-se estável e no PD foi maior, comprovando a ocorrência do estresse aos animais neste último período, independente da dieta.

Tabela 7 - Valores médios da interação entre dietas e período para o parâmetro de frequência respiratória dos ovinos

Dieta	Período		Probabilidade
	PA	PD	
CTL	13 Aa ± 2,42	41 Ab ± 2,42	0,0369
OLE	17 Aa ± 2,42	34 Ab ± 2,42	
OLEVIT	19 Aa ± 2,57	37 Ab ± 2,57	

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); PA: antes dos animais serem submetidos ao estresse térmico; PD: após cinco horas de submissão ao estresse térmico; Letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Fonte: Própria autoria.

Não houve interação dieta x período (P = 0,5171), nem efeito de dieta (P = 0,6508) para níveis de cortisol sérico (Tabela 8). Os OF e/ou a Vitamina E não demonstraram controlar ou retardar a elevação do cortisol sérico dos cordeiros após o estresse térmico, pois os valores observados não foram diferentes entre as dietas. Houve diferença entre os períodos de colheita (P < .0001). O PA apresentou valores de cortisol sérico dentro da normalidade (6 e 14 ng.ml⁻¹), demonstrando que os animais estavam em homeostase. Para o PD observou-se aumento no nível de cortisol, comprovando o estresse dos ovinos.

Tabela 8 - Nível de cortisol sérico de cordeiros alimentados com dietas experimentais, antes e depois da submissão ao estresse térmico

Cortisol Sérico (ng.ml ⁻¹)	Dieta			
	CTL	OLE	OLEVIT	Média
PA	6,07a ± 3,24	8,32a ± 3,24	6,96a ± 3,44	7,12 ± 1,91
PD	28,18b ± 3,24	26,63b ± 3,24	33,08b ± 3,44	29,20 ± 1,91

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); PA: antes dos animais serem submetidos ao estresse térmico; PD: após cinco horas de submissão ao estresse térmico; Letras minúsculas distintas na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Fonte: Própria autoria.

A TR e a FR são consideradas os melhores parâmetros fisiológicos para estimar a tolerância dos animais ao calor (BIANCA; KUNZ, 1978; SOUZA et al, 2005). De acordo com Birgel Junior et al. (2001), os constituintes sanguíneos são variáveis que tem se tornado objeto de estudo, podendo ser utilizados como indicadores de estresse térmico, por desencadear aumento nos níveis de cortisol plasmático.

Segundo Andrade (2007) e Cruz (2012), os ovinos apresentam TR entre 39,1°C e 40°C e de acordo com McDowell et al. (1976) a elevação de apenas 1°C ou menos dessa temperatura é o bastante para reduzir o desempenho das espécies de animais domésticos,

inclusive ovinos. O aumento deste parâmetro fisiológico indica que os animais podem estar estocando calor, e caso não ocorra a dissipação, o estresse térmico manifesta-se (OLIVEIRA et al., 2012).

Os ovinos quando expostos a um ambiente com elevada temperatura, a produção excede a eliminação de calor, as fontes que produzem calor endógeno são inibidas e a temperatura corporal, taxa de sudação e frequência respiratória aumentam, indicando tentativa do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (YOUSEF, 1985; DE LA SOTA et al., 1996).

Animais homeotérmicos quando submetidos a ambientes de temperatura elevada, aumentam o ritmo respiratório, para auxiliar no processo de dissipação de calor, que pode ser realizado através do aquecimento do ar inspirado ou por evaporação das vias respiratórias (BACCARI JÚNIOR, 1990; QUATERMAIN; BROANBENT, 1974; SOUZA et al., 1990). Segundo Silanikove (2000), a taxa de respiração pode quantificar a severidade do estresse pelo calor em ruminantes. Assim, uma FR de 40-60, 60-80 e 80-120 movimentos por minuto (mov.min.⁻¹) caracterizam, respectivamente, estresse baixo, médio-alto e alto, e acima de 200 mov.min.⁻¹, o estresse seria severo em ovinos. E de acordo com Kolb (1976) e Baccari Jr. (1989), a amplitude normal seria de 12 a 25 mov.min.⁻¹, com média de 15.

Nos ovinos, a caracterização do estresse imposto ou não, requer medições das respostas endócrinas (STEPHENS, 1980). Alguns autores demonstram que, sob altas temperaturas, na fase aguda do estresse térmico, ocorre elevação da concentração sanguínea de cortisol (ALNAIMY et al., 1992; McFARLANE et al., 1995; RUCKEBUSCH et al., 1991), podendo aumentar em 20 minutos de exposição a esse tipo de estresse e alcançar um patamar de 2 horas (CHRISTISON; JOHNSON, 1972).

A concentração plasmática média de cortisol em ovinos oscila entre 6 e 14 ng.ml⁻¹, segundo Encarnação (1989). Entretanto, Hargreaves e Hutson (1990) e Minton et al. (1995) dosaram esse hormônio em ovinos, sem imposição de nenhum tipo de estresse e relataram valores inferiores ao valor médio de 20 ng.ml⁻¹. Grandin (1994) observou que em situações de extremo estresse, os valores de cortisol sérico podem dobrar ou quadruplicar.

O cortisol está envolvido com processos metabólicos geradores de radicais livres e sua elevação no plasma tem sido associada com o aumento do estresse oxidativo no organismo (DIAZ et al., 2010). Qualquer tipo de estresse imposto aos animais podem desencadear altos níveis de cortisol sérico e então promover uma diminuição dos agentes

antioxidantes através da redução de sua síntese, diminuição da absorção ou mobilização das moléculas que constituem estes agentes (HOLLAND; STOREY, 1981; McANULTY et al., 2007). Os antioxidantes exercem a função de proteger as células contra a ação de radicais livres, que podem levar a morte celular e tecidual (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). A α -tocoferol (Vitamina E) e grupos fenóis de plantas (flavonoides) são exemplos de antioxidantes não-enzimáticos (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004; VASCONCELOS et al., 2007).

A suplementação com antioxidantes dietéticos contribui na reposição destes após uma situação de estresse aos animais. Civen et al. (1980) e Wang et al. (2003) observaram que animais que passaram por estresse fisiológico apresentaram redução nos níveis de cortisol quando eram suplementados com antioxidantes (carotenoides, vitamina C, vitamina E, selênio, ou combinação entre eles). Contudo, o uso dos aditivos vitamina E e/ou OF (OLEVIT ou OLE) no presente estudo não evitou ou retardou a elevação do nível de cortisol sérico dos cordeiros após o estresse térmico, visto que os valores encontrados para o parâmetro estavam de acordo com a literatura, quando submetidos ou não ao estresse, além de não apresentarem diferenças quando comparado os resultados observados na dieta CTL. Possivelmente as doses utilizadas do OF (500 mg.kg⁻¹ MS) e da Vitamina E (500 UI.kg⁻¹ MS) não foram suficientes para evitar ou retardar o desencadeamento do estresse aos animais, já que por meio das análises de cortisol sérico, TR e FR ficou comprovado a ocorrência do mesmo.

Em relação ao comportamento ingestivo, a atividade “comendo” (C) apresentou efeito somente entre sexo ($P < 0,05$) e entre período ($P < 0,05$). Para o comportamento “ruminando” (R) houve interação entre sexo e período ($P < 0,05$). Houve diferença entre as dietas ($P < 0,05$), sexo ($P < 0,05$) e períodos ($P < 0,05$) para o comportamento “ócio” (O), sem interação entre os fatores ($P > 0,05$). Para o comportamento “interagindo” (IN) observou-se efeito entre os tratamentos ($P < 0,05$) e interação sexo x período ($P < 0,05$) (Tabela 9). Os desdobramentos das interações sexo x período para as atividades de “R” e “IN” encontram-se na Tabela 10.

Em relação a atividade de comportamento “comendo”, as fêmeas passaram mais tempo consumindo (14,96%) a ração do que os machos. Este resultado difere de estudos que avaliaram o comportamento ingestivo de cordeiros de diferentes classes sexuais em sistema de confinamento, onde ficou comprovado que a classe sexual dos animais não interfere nos parâmetros de comportamento ingestivo (CARDOSO et al., 2015; GOMES et al., 2010; OLIVEIRA, 2014). Ao avaliar a IMS em kg/dia (Tabela 11) do presente

estudo, foi observado que as fêmeas consumiram menos que os machos, indicando que estas ingeriram pequenas porções da ração, resultando em maior porcentagem de tempo despendido no consumo, até atingirem a saciedade, quando comparado aos machos, que provavelmente comeram maiores quantidades em menos tempo.

Os cordeiros passaram menos tempo consumindo ração nos períodos 1 (P1) e 2 (P2), não se diferenciando ($P > 0,05$). O fato dos animais terem sido submetidos ao estresse térmico e não terem tido acesso ao alimento enquanto permaneceram sob o estresse, no P2, pode ter acarretado perdas energéticas na tentativa de manter a homeostase, aumentando assim o consumo do alimento no P3, em busca de reposição energética.

Os animais que receberam a dieta CTL e OLEVIT passaram mais tempo em ócio, quando comparado aos animais do OLE ($P < 0,05$). Em relação ao sexo, as fêmeas passaram mais tempo na atividade “ócio” que os machos, este comportamento pode ter ocorrido porque as mesmas dispenderam menos tempo “ruminando”, e consequentemente mais tempo no comportamento “ócio”. Quanto ao período, os animais no P1 permaneceram menos tempo em ócio do que os animais dos P2 e P3, não se diferenciando ($P > 0,05$). Como os animais foram submetidos ao estresse no P2, os mesmos na tentativa de atingir a homeostase permaneceram mais tempo em ócio nesses dois períodos (P2 e P3), reduzindo o tempo despendido com outras atividades.

Tabela 9 - Valores médios, desvios padrão e probabilidades dos parâmetros de comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas experimentais

Parâmetro (%) [*]	Dieta			Sexo		Período			Probabilidade						
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	P1	P2	P3	Dieta	Sexo	Período	D*S	D*P	S*P	D*S*P
C	11,25 ± 1,32	12,45 ± 1,30	11,61 ± 1,23	9,17 ± 1,02	14,96 ± 1,30	10,91b ± 1,10	10,71b ± 1,40	13,88a ± 1,30	0,6348	<.0001	0,0074	0,7546	0,0901	0,6519	0,2026
R	20,17 ± 2,15	22,91 ± 2,35	20,00 ± 2,16	25,18 ± 2,43	17,35 ± 1,83	25,60a ± 2,41	17,35c ± 2,08	20,62b ± 2,10	0,1064	<.0001	<.0001	0,4228	0,1347	0,0130	0,9997
O	56,55a ± 2,85	49,01b ± 2,90	54,19a ± 2,88	50,03 ± 2,84	56,46 ± 2,72	46,23b ± 2,79	57,33a ± 3,01	56,16a ± 2,76	0,0002	<.0001	<.0001	0,0643	0,8282	0,8111	0,8233
IN	9,04b ± 0,77	12,48a ± 0,86	10,70ab ± 0,81	12,63 ± 0,79	8,97 ± 0,56	14,74 ± 0,77	11,73 ± 1,07	6,88 ± 0,56	0,0122	0,0001	<.0001	0,6501	0,6912	0,0205	0,2730

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI kg⁻¹ de MS); D*P: Interação entre dieta e período; D*S: Interação entre dieta e sexo; S*P: Interação entre sexo e período; D*S*P: Interação entre dieta, sexo e período; C: Comendo; R: Ruminando; O: Ôcio; IN: Interagindo; P1: Comportamento dia 1; P2: Comportamento dia 2; P3: Comportamento dia 3; M: Macho; F: Fêmea.

*Outras Atividades: 100 – (C + R + O + IN).

Fonte: Própria autoria.

O desdobramento do comportamento “ruminando” está na Tabela 10. Os machos passaram mais tempo ruminando nos P1 e P3, não se diferindo. Como consequência ao estresse sofrido no P2 os machos podem ter reduzido o tempo despendido à atividade “ruminação”, já que para desempenha-la os animais devem estar sentindo-se confortáveis. Já as fêmeas passaram menos tempo ruminando nos P2 e P3, a mesma justificativa se aplica à estas quanto ao P2, e provavelmente no P3 ainda não se apresentavam recuperadas do estresse.

Para o comportamento “interação” observou-se que cordeiros da dieta CTL interagiram menos, porém não diferiram dos animais do OLEVIT, estes por vez não apresentaram resultado diferente dos animais da dieta OLE, em que os cordeiros passaram mais tempo neste comportamento. Na interação sexo e período (Tabela 10), os machos passaram mais tempo interagindo nos P1 e P2, em que não se apresentaram diferentes, porém estes foram diferentes do P3, em que os machos passaram menos tempo “interagindo”. O estresse que os machos passaram no P2 pode ter contribuído para que permanecessem menos tempo “interagindo” no P3, possivelmente durante este período os machos permaneceram maior parte do tempo tentando estabelecer a homeostase. Já, as fêmeas passaram mais tempo no comportamento “interagindo” no P1, e menor tempo nos P2 e P3, estes não foram diferentes.

Ademais, vale ressaltar que animais confinados normalmente consomem elevada quantidade de concentrado na dieta por apresentarem alto valor energético e proteico (FERNANDES et al., 2008), gastam menos tempo consumindo esse tipo de alimento, aproximadamente 1 hora, ao comparar àqueles que consomem alimentos com baixo teor de energia e alto teor de fibra (em torno de 6 horas) (VAN SOEST, 1994). Alimentos concentrados, fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminação, levando os animais à saciedade mais rapidamente, consequentemente o animal passa mais tempo em ócio ou desenvolvendo outras atividades.

Neste sentido, Figueiredo et al. (2013) avaliaram o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibras, em que os animais alimentados com dietas com maior porcentagem de concentrado passaram mais tempo em ócio comparado àqueles que consumiram maior teor de fibra na dieta. Desta forma, os resultados foram semelhantes aos encontrados no presente estudo, visto que os cordeiros ficaram menos tempo ruminando e mais tempo em ócio e/ou interagindo.

Tabela 10 - Valores médios e probabilidades das interações entre sexo e períodos para os comportamentos ruminando e interagindo de ovinos

Parâmetro	Período	Sexo		Probabilidade
		M	F	
Ruminando	P1	28,90Aa ± 2,84	22,57Ab ± 2,34	0,0130
	P2	19,93Ba ± 2,77	15,04Bb ± 2,10	
	P3	27,35Aa ± 2,76	15,21Bb ± 1,80	
Interagindo	P1	17,31Aa ± 1,29	12,49Ab ± 0,92	0,0205
	P2	16,26Aa ± 1,89	8,34Bb ± 1,17	
	P3	6,92Ba ± 0,87	6,85Ba ± 0,70	

Letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); P1: Comportamento dia 1; P2: Comportamento dia 2; P3: Comportamento dia 3; M: Macho; F: Fêmea.

Fonte: Própria autoria.

Para a IMS em kg/dia e em %PV, PVI, PVF, GMD, EA e CA não foi verificado efeito entre as dietas ($P > 0,05$), bem como não houve interação dieta x sexo ($P > 0,05$). Entretanto, houve efeito de sexo ($P < 0,05$) sobre todas as variáveis exceto o PVI, demonstrando homogeneidade de peso dos animais no início do período experimental (Tabela 11).

Não houve interação entre tempo, sexo e dietas ($P > 0,05$) para evolução do ganho de peso (EGP) dos cordeiros. Nos Gráficos 1 e 2 estão representados a EGP das fêmeas e dos machos das diferentes dietas, respectivamente, observou-se que os cordeiros de ambos os sexos apresentaram ganho de peso linear ao longo do período experimental.

Tabela 11 - Valores médios e probabilidades das características de consumo e desempenho de cordeiros alimentados com dietas experimentais

Parâmetro	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
PVI, kg	27,98 ± 3,71	26,97 ± 3,71	27,63 ± 3,71	28,69 ± 3,67	26,36 ± 3,63	0,8290	0,1006	0,6367
PVF, kg	42,88 ± 4,33	41,52 ± 4,33	44,17 ± 4,32	47,12 ± 4,25	38,60 ± 4,15	0,5987	0,0006	0,4252
IMS, kg/dia	1,08 ± 0,11	1,10 ± 0,11	1,11 ± 0,11	1,26 ± 0,11	0,94 ± 0,10	0,9293	0,0004	0,9046
IMS, %PV	3,05 ± 0,15	3,19 ± 0,15	3,11 ± 0,15	3,31 ± 0,14	2,92 ± 0,13	0,6920	0,0055	0,7272
GMD, kg	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,24 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,2387	0,0001	0,2557
EA, kg ganho/kg MS	0,18 ± 0,02	0,18 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,2764	0,0332	0,2238
CA, kg MS/kg ganho	5,81 ± 0,48	5,77 ± 0,48	5,30 ± 0,48	5,26 ± 0,47	5,99 ± 0,45	0,2431	0,0120	0,1107

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); OLE: Dieta contendo óleo funcional (500mg.kg⁻¹ MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; IMS (kg/d): Ingestão de matéria seca em quilogramas por dia; IMS (%PV): Ingestão de matéria seca em porcentagem do peso vivo; PVI: Peso vivo inicial; PVF: Peso vivo final; GMD: Ganho de peso médio diário; EA: Eficiência alimentar; CA: Conversão alimentar.

Fonte: Própria autoria.

Não foi observada diferença para o PVF dos animais entre as diferentes dietas experimentais ($P > 0,05$) (Tabela 11). O mesmo foi observado por Marsiglio (2012), ao avaliar monensina sódica (60 mg/kg MS), salinomicina (60 mg/kg MS) e OF (1 g/kg MS) em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados. Entretanto, verificou-se no presente estudo efeito de sexo ($P < 0,05$) para PVF, IMS e GMD, os machos apresentaram maior consumo, melhor eficiência e menor conversão alimentar e consequentemente maior ganho de peso.

O sexo afeta a velocidade de crescimento e a deposição dos distintos tecidos do corpo dos animais, sendo a velocidade maior nos machos não castrados do que nas fêmeas (AZZARINI, 1979; FIGUEIRÓ; BENAVIDES, 1990). A superioridade de desempenho de machos não castrados sobre machos castrados e fêmeas está relacionada à concentração circulante do hormônio sexual testosterona. Animais não castrados tendem a apresentar maior taxa de crescimento, com composição do ganho caracterizada por maior teor de proteína e menos gordura, resultando em maior eficiência alimentar, quando comparados a animais castrados ou fêmeas, dentro de um mesmo grupo contemporâneo (PURCHAS, 1991). Portanto, o sexo influenciou a velocidade de crescimento dos cordeiros no presente estudo, independente das dietas utilizadas.

Gráfico 1 - Evolução do ganho de peso de cordeiros fêmeas confinados recebendo dietas experimentais

Fonte: Própria autoria.

Gráfico 2 - Evolução do ganho de peso de cordeiros machos confinados recebendo dietas experimentais

Fonte: Própria autoria.

O fator mais importante para verificar o desempenho dos animais em relação ao ganho de peso é o consumo de matéria seca, pois esta ingestão é influenciada dependendo do alimento fornecido, do ambiente, do manejo e do animal (CRAMPTON et al., 1960; REID, 1961). No presente estudo o valor médio para IMS foi de 1,10 kg/dia e encontra-se dentro dos valores de referência sugerida pelo NRC (2007) que é de 1,0 a 1,3 kg/dia, demonstrando que o consumo dos animais não foi alterado pelos aditivos utilizados nas dietas. O valor médio encontrado no presente para IMS %PV foi de 3,11%, dentro do esperado, considerando que um cordeiro em confinamento para apresentar bons resultados de desempenho deve consumir entre 2 a 4% do PV em MS por dia (BUENO et al., 2007).

Marsiglio (2012) avaliou o uso de 1 g/dia da mistura de OF (rícinio e LCC) em dietas alto grão para cordeiros confinados sobre o consumo e desempenho dos animais, verificou que a inclusão desses óleos não influenciou a IMS (1,17 kg/dia) e IMS %PV (4,11% PV), em relação ao grupo controle (IMS 1,31 kg/dia e 4,82% PV). Coneglian (2009) também não observou efeito sobre a IMS, ao incluir 1, 2, 4 e 8 g/dia da mistura de OF (rícinio e LCC) em dietas de alto grão para bovinos. Assim como Zawadzki et al. (2010), que não observaram diferenças na IMS quando avaliaram os efeitos do uso deste OF (3 g/dia/animal) associado ou não ao glicerol para bovinos terminados em confinamento.

Oliveira (2013) avaliou o consumo de cordeiros confinados recebendo dietas contendo níveis diferentes de substituição de farelo de soja por grão de soja com ou sem

vitamina E, observou-se que a IMS não diferiu entre os tratamentos, com suplementação (1,19 kg/dia) ou sem (1,10 kg/dia), foi avaliado o ganho médio diário dos animais e constatou que o mesmo não se apresentou significativo, com valores de 0,265 kg GMD para os animais suplementados e 0,257 kg sem suplementação, demonstrando que o uso da vitamina E não interfere na IMS e desempenho de cordeiros. Macit et al. (2002) estudaram o efeito da suplementação da vitamina E sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros da raça Morkaraman, constataram que os animais que receberam este suplemento apresentaram GMD de 223 g e CA de 6 g, concluindo que houve uma melhora de 8,8% na CA e aumento de 6,7% no GMD.

Marsiglio (2012) constatou que o GMD, CA e EA de cordeiros confinados recebendo OF (1 g/kg MS) ou ionóforos (60 mg/kg MS) não diferiram em comparação ao tratamento controle. Chagas (2015) avaliou o uso de monensina (30 ppm) e OF (ricino e LCC) em diferentes dosagens (300 e 500 ppm) para bovinos Nelore, e não observou efeito entre os tratamentos para PVF, IMS, GMD, assim como para EA e CA. Zawadzki et al. (2010) também não observaram efeitos sobre o PVF, GMD e CA ao avaliar o uso de óleos funcionais de rícino e LCC (3 g/animal/dia) na dieta de bovinos em confinamento.

São escassos os estudos com o uso de óleos funcionais (ricino e LCC) sobre as características de consumo voluntário e desempenho animal, principalmente de ovinos. Porém, de acordo com os resultados do presente estudo, pode-se inferir que o uso desse composto apresentou pouca ou nenhuma influência sobre essas características.

Em relação as características de carcaça, não houve interação dieta x sexo ($P > 0,05$), assim como não foi observado diferença ($P > 0,05$) entre as dietas estudadas. No entanto, foi observada diferença para pH1h, PCQ e RC entre sexo ($P < 0,05$) (Tabela 12).

O pH 1h apresentou efeito ($P < 0,05$) para o sexo, em que as carcaças dos machos tiveram valores mais elevados. Machos não castrados podem apresentar o pH da carne mais alto, atribuído ao seu temperamento mais agitado, liberando maior quantidade de catecolaminas antes do abate, logo a reserva de glicogênio muscular é menor (BONAGURIO, 2001). O pH final corresponde ao resultado do acúmulo de ácido láctico e produção de ATP e glicose encontrada na forma de reservas de glicogênio, logo após o abate, o pH final da carne diminui gradativamente (NEATH et al., 2007). Após 2 a 8 horas do abate o pH pode chegar até 5,4 e o pH final (24 horas) entre 5,5 a 5,8 (SILVA

SOBRINHO, 2005). Os valores de pH 24 horas após o abate observados foram normais, média de 5,59.

Marsiglio (2012) ao realizar o primeiro estudo sobre características quantitativas e qualitativas da carcaça de cordeiros alimentados com mistura de óleos funcionais de rícino e de LCC, obteve valores de pH logo após o abate (pH0), quarenta e cinco minutos (pH45min) e vinte e quatro horas (pH24horas) de 6,44, 6,15 e 5,68, respectivamente, demonstrando que os OF na alimentação de cordeiros não interferiram na queda do pH. Zawadzki et al. (2010) não observaram diferenças para pH inicial e 24 horas após o abate do músculo de LD de Nelore confinados, recebendo dietas contendo OF de rícino e LCC (3 g/dia/animal) associado ou não ao glicerol.

Macit et al. (2002) ao avaliarem o efeito da suplementação da vitamina E sobre a qualidade da carne de cordeiros, verificaram que o aditivo não teve efeito sobre a queda do pH da carne, obtendo valores dentro do esperado. O mesmo ocorreu neste estudo, em que os valores de pH 1 e 24 horas estiveram na faixa ideal, independente do uso ou não dos aditivos nas dietas.

Carvalho et al. (1999) relataram que o gênero sexual é um dos fatores determinantes no desempenho dos animais com desenvolvimento de carcaça diferente, machos e fêmeas, sendo os primeiros mais pesados que os segundos, embora as fêmeas alcancem o peso adulto mais precocemente.

Os machos não castrados possuem maior velocidade de crescimento e deposição dos distintos tecidos no corpo que as fêmeas (FIGUEIRÓ BENAVIDES, 1990), além de maior crescimento, com mais eficiência e menor porcentagem de gordura nos machos não castrados (CARVALHO et al., 1999; SENTES et al., 1982). Fêmeas depositam mais gordura na carcaça, se se considerar a idade e peso similares aos machos (CAÑEQUE et al., 1989; OSÓRIO et al., 1999), porém com desempenho inferior. Portanto, os resultados observados estão de acordo com a literatura, machos tendo maiores resultados para PCQ e consequentemente maior RC e AOL e menor EGS, já que machos depositam menos gordura que as fêmeas.

Os valores de PCQ e RC neste estudo foram similares aos relatados na literatura de Silva Sobrinho (2001), com RC de 40 a 50% e PCQ entre 10 a 25 kg, para cordeiros. Marsiglio (2012) não encontrou diferença para o PCQ e RC de cordeiros confinados suplementados com OF ou ionóforos, os valores médios foram 16,75 kg e 49,3%, respectivamente e para AOL e ESG, foi observado 14,50 cm² e 2,45 mm, respectivamente.

Em estudo conduzido por Oliveira (2013) não houve efeito nas características da carcaça de cordeiros confinados recebendo dietas com níveis diferentes de substituição de farelo de soja por grão de soja, com ou sem vitamina E, sendo os valores de PCQ (18,77 kg), RCQ (49,16%) e EGS (1,71 mm).

Os valores observados de EGS e AOL foram 4,35 mm e 17,85 cm², respectivamente, estando nos padrões indicados na literatura. De acordo com Cezar e Sousa (2007), carcaças com 3,0 mm de EGS indicam que a mesma estará bem protegida durante o resfriamento. Zundt et al. (2003) verificaram que o valor da AOL para cordeiros abatidos entre 15 e 40 kg deve estar entre 8 e 14 cm², garantindo assim melhor composição das carcaças.

Apesar de não ter sido observado efeito das dietas sobre as variáveis das carcaças dos cordeiros, os resultados foram satisfatórios, próximos aos da literatura.

Tabela 12 - Características avaliadas nas carcaças de cordeiros alimentados com dietas experimentais

Parâmetro	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
pH1h	6,09 ± 0,06	6,03 ± 0,06	6,08 ± 0,06	6,17 ± 0,05	5,96 ± 0,05	0,7121	0,0012	0,7627
	5,58 ± 0,05	5,58 ± 0,05	5,60 ± 0,05	5,55 ± 0,05	5,62 ± 0,04	0,8975	0,2206	0,1105
pH24h	21,0 ± 2,20	19,8 ± 2,21	21,3 ± 2,20	23,2 ± 2,15	18,2 ± 2,09	0,5336	0,0003	0,4766
	48,8 ± 0,65	47,2 ± 0,65	48,1 ± 0,65	49,1 ± 0,58	47,0 ± 0,47	0,2541	0,0106	0,7524
PCQ, kg	4,67 ± 0,82	4,21 ± 0,83	4,18 ± 0,82	3,67 ± 0,76	5,03 ± 0,68	0,8490	0,0981	0,6962
	18,3 ± 1,66	16,9 ± 1,66	18,3 ± 1,66	19,4 ± 1,52	16,3 ± 1,33	0,7189	0,0756	0,8206
RC, %								
EGS, mm								
AOL, cm ²								

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; pH1h: Potencial de hidrogênio uma hora após o abate; pH24h: Potencial de hidrogênio vinte e quatro horas após o abate; PCQ: Peso de carcaça quente; RC: Rendimento de carcaça; EGS: Espessura de gordura subcutânea; AOL: Área de lombo.

Fonte: Própria autoria.

4 CONCLUSÃO

O óleo funcional de rícino e do líquido da casca de castanha de caju associados ou não a vitamina E em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados não afetou o comportamento ingestivo, os parâmetros sanguíneos e fisiológicos, bem como o desempenho dos animais. A ação antioxidante do óleo funcional e da vitamina E sobre os radicais livres não foi eficaz em reduzir o estresse dos cordeiros após estresse térmico pontual nas doses estudadas.

5 REFERÊNCIAS

- ALNAIMY, A. et al. Heat stress. In: PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. **Farm animals and the environment**. Wallingford: CAB International, 1992. p. 27-47.
- ANDRADE, I. S. et al. Parâmetros fisiológicos e desempenho de ovinos Santa Inês submetidos a diferentes tipos de sombreamento e a suplementação em pastejo. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 540-547, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg, MD: AOAC, 2005.
- AZZARINI, M. Produção de carne ovina. In: JORNADA TÉCNICA DE PRODUÇÃO OVINA NO RIO GRANDE DO SUL, 1., 1979, Bagé. **Anais...** Bagé: Embrapa, 1979. p. 49-63.
- BACCARI JUNIOR, F. Mecanismos adaptativos de ovinos lanados nos trópicos. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 1., 1989, Campinas. **Anais...** Campinas, 1989. p. 9-17.
- BACCARI JÚNIOR, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL NOS TRÓPICOS, 1990, Fortaleza-CE. **Anais...** Brasília: Embrapa-DIE, 1990. p. 9-17.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal/SP: FUNEP, 2006. 237 p.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
- BIRGEL JÚNIOR, E. H. et al. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 2, p. 164-171, 2001.
- BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997. 241 p.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin e on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3122-3130, 1995.

BUENO, M. S.; SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A. **Alimentação de ovinos criados intensivamente**. 2007. Disponível em:
<http://www.infobibos.com/artigos/2007_2/alimentovinos/index.htm>. Acesso em: 09 nov. 2017.

CALSAMIGLIA, S. et al. Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation: a review. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 90, p. 2580-2595, 2007.

CAMPOS, R. et al. Indicadores do controle endócrino em vacas leiteiras de alta produção e sua relação com a composição do leite. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 33, n. 2, p. 147-153, 2005.

CAÑEQUE, V. et al. **Producción de carne de cordero**. Madri: Colección Técnica Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1989. 515, 1989.

CARDOSO, E. S. et al. Aspectos da ruminação do comportamento ingestivo em cordeiros machos ou fêmeas confinados recebendo dieta sem volumoso. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2015, Teresina, PI. **Anais...** Teresina, PI, 2015. 1 CD-ROM.

CARVALHO, S. et al. Desempenho de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas, alimentados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 129-133, 1999.

CAVALCANTI, M. C. A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia sp.*). **Animal Science**, Cambridge, v. 30, n. 2, p. 173-179, 2008.

CERVIERI, R. C. Evolução do manejo nutricional nos confinamentos brasileiros: importância da utilização de subprodutos da agroindústria em dietas de maior inclusão de concentrado. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES – RECENTES AVANÇOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS, 4., 2009, Botucatu. **Anais...** Botucatu: FMVZ, 2009. 1 CD-ROM.

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

CHAGAS, L. J. **Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos funcionais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta**. 2015. 135 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2015.

CHRISTISON, G. I.; JOHNSON, H. D. Cortisol turnover in heatstressed cows. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 35, n. 5, p. 1005-1010, 1972.

CIVEN, M. et al. Effects of dietary ascorbic acid and vitamin E deficiency on rat adrenal cholesterol ester metabolism and corticosteroidogenesis. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 50, p. 70-78, 1980.

CONEGLIAN, S. M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

CRAMPTON, E. W.; DONEFER, E.; LEOYD, L. E. A nutritive value index for forages. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 2, p. 538-544, 1960.

CRUZ, C. A. J. **Tolerância ao calor em ovinos reprodutores criados no distrito federal**. 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

CUNHA, E. A. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 4, p. 671-676, 2001.

DE LA SOTA, R. L. et al. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 74, supl. 1, p. 133, 1996.

DIAZ, E. et al. Cell damage, antioxidant status, and cortisol levels related to nutrition in ski mountaineering during a two-day race. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 9, p. 338-346, 2010.

ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e produção animal. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1., 1989, Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1989. p. 111-129.

FERNANDES, A. R. M. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FIGUEIREDO, M. R. P. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 485-489, 2013.

FIGUEIRÓ, P. R. P.; BENAVIDES, M. V. Produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOC. BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas, 1990. p. 15-31.

GOMES, F. H. T. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com rações contendo Torta de mamona. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 20., 2010, Palmas, TO. **Anais...** Palmas, TO: Associação Brasileira de Zootecnia, 2010. 1 CD-ROM.

GRANDIN, T. Farm animal welfare during handling transport, and slaughter. **Journal American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 204, p. 372-376, 1994.

HARGREAVES, A. L.; HUTSON, G. D. The stress response in sheep during routine handling procedures. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 83-90, 1990.

HOLLAND, M. K.; STOREY, B. T. Oxygen metabolismo of mammalian spermatozoa. Generation of hydrogen peroxide by rabbit epididimal spermatozoa. **Biochemical Journal**, London, v. 198, n. 2, p. 273-280, 1981.

KOLB, E. **Fisiologia veterinaria**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1976. 1115 p.

MACIT, M. et al. Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 63, p. 51-55, 2002.

MARSIGLIO, B. N. **Óleos funcionais em dieta alto grão para Ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos Nutrientes, desempenho, características da Carcaça e do músculo *longissimus dorsi***. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. 3th ed. New York: Cambridge University Press, 1986. 200 p.

- McANULTY, S. et al. Carbohydrate effect: hormone and oxidative changes. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 11, p. 921-927, 2007.
- McDOWELL, R. E.; HOOVEN, N. W.; CAMOENS, J. K. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. **Journal Dairy Science**, New York, v. 59, p. 965-973, 1976.
- McFARLANE, A. et al. Corticotropin-releasing factor alone, but not arginine vasopressin alone, stimulates the release of adrenocorticotropin in the conscious intact sheep. **Endocrinology**, Cary, v. 136, n. 5, p. 1821-1827, 1995.
- McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 84, p. 194-203, 2001.
- MINTON, J. E.; APPLE, J. K.; PARSONS, K. M. Stress-associated concentrations of plasma cortisol cannot account for reduced lymphocyte function and changes in serum enzymes in lambs exposed to restraint and isolation stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 2, p. 812-817, 1995.
- NEATH, K. E. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during post mortemaging. **Meat Science**, Amsterdam, v. 75, p. 499-505, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, DC: National Academic Press, 2007. 362 p.
- OLIVEIRA, F. **Características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros confinados e alimentados com grãos de soja e suplementados com vitamina E**. 2013. 63 p. Dissertação (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- OLIVEIRA, F. S. et al. Efeito do estresse térmico sobre os parâmetros fisiológicos e bioquímicos de ovinos criados em clima tropical. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 16, ed. 203, art. 1359, 2012.
- OLIVEIRA, G. A. **Cordeiros de três classes sexuais alimentados individualmente ou em grupo**. 2014. 83 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2014.
- ORTOLANI, E. L. Diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas em ruminantes. In: SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLÍNICA VETERINÁRIA DA REGIÃO SUL DO BRASIL, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2003. p. 17-28.

OSÓRIO, J. C. et al. Produção de carne entre cordeiros castrados e não castrados. 1 - Cruzas Hampshire Down x Corriedale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 135-138, 1999.

PEARSON, A. M.; LOVE, J. D.; SHORTLAND, F. B. "Warmed-over" Flavor in meat, poultry and fish. **Advances in Food Research**, Maryland Heights, v. 23, p. 1-74, 1977.

PURCHAS, R.W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Growth regulation in farm animals advances in meat research**. London: Springer, 1991. p. 203-254.

PUREVJAV, T. et al. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. **The Professional Animal Scientist**, Champaign, v. 29, p. 426-434, 2013.

QUATERMAIN, A. R.; BROANBENT, M. P. Some patterns of response to climate by the Zambian goat. **East African Agricultura and Forestry Journal**, Gragamstown, p. 115-124, 1974.

REID, J. T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 11, n. 7, p. 2122-2133, 1961.

REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Aditivos alternativos para a alimentação de Ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 2006. p. 1-40.

RUCKEBUSCH, Y.; PHANEUF, L. P.; DUNLOP, R. **Physiology of small and large animals**. Philadelphia: BC Decker, 1991.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 308-313, 2004.

SENTS, A. E.; WALTERS, L. E.; WHITEMAN, J. V. Performance and carcass characteristics of ram lambs slaughtered at different weights. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1360-1368, 1982.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 67, p. 1-18, 2000.

SILVA, A. P. S. et al. Feed additives on performance and carcass traits of cattle fed abruptly high concentrate diets. In: CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, WCAP, 11., 2013, Pequim. **Proceedings...** Pequim, 2013. p. 318.

- SILVA, D. J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 166 p.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos.** Jaboticabal, SP: FUNEP, 2001. 302 p.
- SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.
- SOUZA, D. E. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 177-184, 2005.
- SOUZA, B. B. et al. Comportamento fisiológico de ovinos deslanados no semi árido expostos em ambiente de sol e em ambiente de sombra. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 2, p. 1-7, 1990.
- SOUZA, M. H. L.; ELIAS, D. O. **Fundamentos da circulação extracorpórea.** 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Alfa Rio, 2006.
- SOUZA, F. A. A.; LOPES, M. A.; DEMEU, F. A. Panorama da ovinocultura no estado de São Paulo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 384-388, 2008.
- STEPHENS, D. B. Stress and its measurement in domestic animals: review of behavioral and physiological studies under field and laboratory situations. **Advances Veterinary Science and Comparative Medicine**, New York, v. 24, p. 179-210, 1980.
- SUSIN, I. Confinamento de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 2001. p. 454-460.
- THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, Luxembourg, 2003. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>>. Acesso em: 10 ago. 2016.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2nd ed. Ithaca, New York: Comstock Publishing, 1994. 476 p.
- VASCONCELOS, S. M. L. et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

WANG, S. L. et al. Effect of anti hotstressors on serum biochemical indexes and immunity of finishing pigs. **Chinese Journal of Animal Science**, v. 39, p. 11-12, 2003.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock**. Boca Ratton: CRC, 1985. 217 p.

ZAWADZKI, F. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. 1 CD-ROM.

ZUNDT, M. et al. Características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento, com dietas contendo diferentes níveis protéicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 565-571, 2003.

CAPÍTULO III

EFEITOS DE ÓLEOS FUNCIONAIS E VITAMINA E SOBRE A QUALIDADE DE CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais (rícino e LCC), associados à vitamina E em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados, sobre as características qualitativas da carne. Utilizou-se 30 cordeiros sem padrão racial definido (12 machos não castrados e 18 fêmeas), com idade média de quatro meses e peso vivo inicial de $26 \pm 3,6$ kg para fêmeas e $28 \pm 3,6$ kg para machos. Os animais foram distribuídos em blocos casualizados conforme o peso vivo inicial, considerando efeito de sexo, em três dietas experimentais, com 10 repetições cada. A relação volumoso:concentrado da dieta com base na matéria seca (MS) foi de 15:85. Sendo as dietas, CTL: controle, sem inclusão de aditivos, OLE: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) e OLEVIT: inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg^{-1} MS) + vitamina E (500 UI.kg^{-1} MS). O peso corporal de abate (PVF) foi de $38 \pm 4,2$ kg e $47 \pm 4,3$ kg, fêmeas e machos, respectivamente. Durante a desossa avaliou-se no músculo *longissimus dorsi* a cor e amostras foram coletadas e congeladas para análise sensorial, perda por cocção, força de cisalhamento, oxidação lipídica (TBARS 30 e 180 dias de armazenamento), perfil de ácidos graxos e colesterol total. Para os parâmetros avaliados utilizou-se PROC MIXED do programa SAS®, a significância foi declarada quando $P < 0,05$. Para análises de cor (L^* e a^*), perda por cocção e força de cisalhamento houve efeito de sexo ($P < 0,05$), maiores valores aos machos, exceto para o croma a^* . Houve efeito entre as dietas ($P < 0,05$) para maciez, suculência e sabor característico da carne na análise sensorial, melhor pontuação observada para dieta OLEVIT. Para o perfil de ácidos graxos houve efeito de dieta somente para a somatória dos ácidos graxos saturados ($P < 0,05$). Não houve efeito ($P > 0,05$) para as análises de oxidação lipídica e colesterol total. Os aditivos óleo funcional e vitamina E utilizados nas dietas experimentais não afetou as características qualitativas avaliadas na carne, contudo resultou em melhor pontuação de maciez e suculência da análise sensorial e altas porcentagens de ácidos graxos insaturados.

Palavras-chave: Ovinos. *Longissimus dorsi*. Cor. Oxidação lipídica. Colesterol. Ácidos graxos.

CHAPTER III

Effects of functional oils and vitamin E on the quality of meat of the confined lambs

The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion of functional oils (castor oil and LCC) associated with vitamin E on high concentrate diets for feedlot lambs on quality of carcass and meat. Thirty lambs (12 not castrated male and 18 female) with no particular racial pattern defined, but with an average age of 4 (four) months were used in this study. The initial weight was 26 ± 3.6 kg for the females and 28 ± 3.6 kg for the males. The animals were distributed in randomized blocks according to its initial live weight and sex, in three diets, with 10 (ten) repetitions each. The voluminous:concentrate ratio of diet based on dry matter (DM) was 15:85. Being diets, CTL: control, without inclusion of additives, OLE: inclusion of functional oils (500 mg.kg⁻¹ DM), OLEVIT: inclusion of functional oils (500 mg.kg⁻¹ DM) + vitamin E (500 IU.kg⁻¹ DM). The slaughter body weight was (FBW) 38 ± 4.2 kg for the females and 47 ± 4.3 kg for the males. During boning were evaluated in longissimus dorsi (LD) muscle the color and samples this muscle were collected and stored for the sensory analysis, cooking loss (CL), shear force (SF), lipid oxidation (30 and 180 days storage), fatty acid profile (FA) and total cholesterol (TC). For evaluated parameters were used the PROC MIXED of SAS® program. The significance was declared when $P < 0.05$. The color (parameters L* and a*), cooking loss and shear force analyses also suffered the gender effect ($P < 0.05$), higher values for males, except for chroma a*. There was an effect ($P < 0.05$) for tenderness, juiciness and characteristic beef flavor on sensory analysis, with the best score observed for the OLEVIT diet. The FA profile analysis, suffered the diet effect only for the sum of the saturated fatty acids ($P < 0.05$). There was no effect ($P > 0.05$) for analyzes of lipid oxidation and total cholesterol. The functional oils and vitamin E additives used in the experimental diets did not affect the qualitative characteristics evaluated in the meat, however, it resulted in a better score of softness and succulence of the sensorial analysis and high percentages of unsaturated fatty acids.

Key words: Sheep. *Longissimus dorsi*. Color. TBARS. Cholesterol. Fatty acids.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da carne envolve diversos fatores e a combinação entre eles, como sabor, suculência, textura, maciez e aparência, que influenciam na aceitação ou não pelo consumidor do produto (MADRUGA, 2000). Dentre os atributos que se relacionam com a aceitação da carne, a concentração de ácidos graxos (BANSKALIEVA et al., 2000), o pH (OSÓRIO; OSÓRIO, 2000), cor (SAÑUDO et al., 2000), perda de peso na cocção e (PARDI et al., 1993), capacidade de retenção de água (FORREST et al., 1979), maciez e força de cisalhamento (MATURANO, 2003) são determinantes.

O tipo de dieta oferecida aos animais pode alterar algumas características qualitativas da carne produzida, tais como o valor nutritivo, composição de ácidos graxos (AG) e a oxidação da gordura da carne. Ademais, os consumidores de carne buscam cada vez mais produtos que sejam considerados saudáveis e benéficos à saúde. A conscientização quanto ao uso de antibióticos, na produção animal é maior, e acaba gerando dúvidas se esses aditivos podem afetar a saúde humana através da ingestão de possíveis resíduos dos antibióticos em produtos de origem animal.

Desde 2006 alguns países proibiram ou restringiram o uso dos antibióticos na nutrição animal, como exemplo a União Europeia, por meio da Regulamentação 1831/2003/EC. Neste sentido, estratégias a fim de substituir o uso destes compostos na alimentação de ruminantes por óleos funcionais têm sido estudados (CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; PRATA; YU, 2012; SIMITZIS et al., 2008).

Os óleos funcionais são todos os óleos que, além de suas propriedades energéticas, apresentam variadas funções, como anti-inflamatórios, antioxidantes, antimicrobianos, dentre outras. O óleo funcional de rícino (*Ricinus communis*) e líquido da casca de castanha de caju (LCC) (*Anacardium occidentale*), têm sido utilizados de forma combinada (CONEGLIAN, 2009; MARSIGLIO, 2012; SILVA et al., 2013). É possível a utilização desses óleos na alimentação animal como manipuladores da fermentação ruminal, por meio da modulação seletiva das espécies microbianas no rúmen, sendo uma alternativa para substituição aos ionóforos. Assim, considerando as propriedades destes aditivos é interessante explorar a ação dos óleos funcionais no que diz respeito características qualitativas da carne ovina.

O teor de gordura e a composição de AG da carne assumem, atualmente, um papel importante na cadeia produtiva, cujas características principais são os baixos teores de gordura saturada, sob influência das exigências estabelecidas pelo mercado consumidor.

Contudo, o uso de óleos funcionais em dietas para cordeiros pode ser uma estratégia nutricional para alterar a composição da gordura da carne, uma vez que dependendo da composição da fonte fornecida e do metabolismo ruminal, pode-se aumentar a absorção intestinal de ácidos graxos polinsaturados e sua incorporação à carne. E por outro lado, a biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos no rúmen pode aumentar os níveis de ácido linoleico conjugado (CLA) na carne, que é considerado um potente agente anticarcinogênico (BEAULIEU et al., 2002).

Em estudo conduzido por Simitzis et al. (2008) observou-se resultados positivos nas características qualitativas da carne de ovinos suplementados com óleo essencial de orégano, características essas atribuídas, principalmente, ao retardo da oxidação lipídica da carne promovida pela adição do óleo essencial. Isso mostra que a atividade antioxidante de alguns extratos naturais pode resultar na melhora quanto aos aspectos qualitativos da carne.

Em sistemas de produção animal, a substância antioxidante mais conhecida é a vitamina E (α -tocoferol), composto lipossolúvel que apresenta importante papel no reparo dos danos causados pelas ROS e também na sua eliminação (HATAMOTO, 2004). Neste sentido, a vitamina E atua como antioxidante que sequestra radicais livres, promove a estabilidade oxidativa e a conservação dos produtos cárneos. Além disso, seu consumo encontra-se relacionado à prevenção de doenças, estímulo do sistema imune e modulação dos processos degenerativos (BRIGELIUS et al., 2002; COMBS, 2008). Assim, se faz necessário estudos que avaliem o uso de aditivos com atividade antioxidante, como óleos funcionais e vitamina E, em dieta de animais produtores de carne, no sentido de avaliar a ação destes compostos sobre as características físico-químicas da carne, bem como em retardar os processos oxidativos, estendendo o tempo de prateleira do produto.

Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da inclusão de óleos funcionais de rícino (*Ricinus communis*) e do líquido da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale*), associados à vitamina E, em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados, sobre os qualidade de carcaça e da carne.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Local e instalações

O projeto de pesquisa foi aprovado pela CEUA nº 4902040815, estando de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA, FMVZ-USP).

O estudo foi conduzido no Biotério de Pesquisa em Biometeorologia, Etologia e Bem-estar animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), da Universidade de São Paulo (USP), Campus Fernando Costa, Pirassununga, SP, utilizando o confinamento experimental da unidade universitária, com os animais em galpão coberto por telhas de fibrocimento pintadas de branco, piso de chão batido com cama de feno imprópria para o consumo em baias individuais com dimensão de 1,2 x 1,3 metro, com cochos individuais e bebedouros automáticos.

Animais e alimentação

Foram utilizados 30 cordeiros sem padrão racial definido (12 machos não castrados e 18 fêmeas), com idade média de quatro meses e peso vivo inicial médio de $26 \pm 3,6$ kg para fêmeas e $28 \pm 3,6$ kg para machos. Os animais foram identificados com colares numerados, receberam vermífugo, foram pesados e alojados individualmente nas baias, onde permaneceram confinados por 75 dias e em seguida, abatidos.

Todos os tratamentos foram compostos por uma dieta padrão, diferenciando-se apenas quanto aos aditivos utilizados. As rações experimentais foram compostas por 85% de concentrado e 15% de volumoso, sendo este a silagem de milho, com base na matéria seca (Tabela 02).

Os cordeiros foram distribuídos em blocos casualizados, de acordo com o peso vivo inicial (leve, intermediário e pesado), considerando o sexo (dois níveis), divididos em três dietas, sendo o CTL: controle, sem inclusão de óleos funcionais e/ou vitamina E, OLE: dieta com inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg⁻¹ MS) e OLEVIT: dieta com inclusão de óleos funcionais (500 mg.kg⁻¹ MS) + vitamina E (500 UI mg.kg⁻¹ MS). Foi

utilizado fubá de milho extra fino como veículo para a oferta dos aditivos e também ao tratamento controle, adicionando-os diretamente nos cochos somente no período da manhã.

Os alimentos oferecidos foram pesados diariamente e individualmente, as sobras foram calculadas para não ultrapassar 10% do peso total da dieta. O ajuste do fornecido da ração foi feito diariamente, considerando os valores das sobras. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, no período da manhã às 08:00 horas e à tarde às 16:00 horas, por meio do fornecimento do concentrado juntamente com o volumoso (mistura total manual), metade do ofertado distribuído durante os dois momentos. As sobras dos alimentos foram pesadas diariamente para avaliação da ingestão da matéria seca em kg e em porcentagem do peso vivo, eficiência alimentar e conversão alimentar. Os animais foram pesados em intervalos de 14 dias, sem jejum, pela manhã, antes da oferta das dietas.

Abate

Os animais permaneceram confinados por 75 dias e abatidos com peso corporal (PVF, kg) de $38 \pm 4,2$ kg e $47 \pm 4,2$ kg, fêmeas e machos, respectivamente, no Abatedouro-Escola da Universidade de São Paulo (SISP 0830), Campus Fernando Costa, Pirassununga, SP, de acordo com as recomendações do RIISPOA (BRASIL, 1997). As carcaças foram conduzidas à câmara fria, entre 0 e 6°C, permanecendo por 24 horas, após foi realizada a desossa e coletadas amostras do músculo *longissimus dorsi* (LD), embaladas a vácuo e congeladas a -20°C para a realização das análises descritas a seguir. Amostras destinadas às análises de perfil de ácidos graxos (PAG) e colesterol total (CT) foram congeladas a -80°C.

Avaliação da carne

Cor

Para análise da cor amostras do LD foram expostas por 30 minutos, em ambiente refrigerado, durante a desossa. As medidas foram realizadas em três pontos diferentes de cada amostra utilizando-se um colorímetro (modelo Miniscan EZ, marca Hunter Lab), determinou-se os componentes de cor L* (luminosidade, 0 = preto, 100 = branco), a* (componente verde (-) ao vermelho (+)) e b* (componente azul (-) ao amarelo (+)) pelo

sistema CIELab. Para o valor final da cor foi considerado a média das três leituras (HOUBEN et al., 2000).

Análise Sensorial

Para realização da análise sensorial o projeto de pesquisa foi protocolado sob o CAAE nº 56407616.0.0000.5422, sendo aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

A avaliação foi realizada com painel sensorial não-treinado totalizando 100 consumidores comuns, selecionados ao acaso de acordo com o interesse na participação do teste. As avaliações foram realizadas em cabines individuais, utilizando o teste afetivo de aceitabilidade, com escala hedônica de 5 pontos variando de “ausente” (nota 05) a “muito forte” (nota 01) para os atributos de sabor e aroma estranho. E para as características, maciez, suculência, sabor e aroma característico, a escala hedônica estrutural utilizada foi de nove pontos, variando entre “desgostei muitíssimo” (nota 01) a “gostei muitíssimo” (nota 09) (MEILGAARD et al., 1999) e de acordo com a ficha de avaliação em anexo (Anexo I).

As amostras foram codificadas com número de três dígitos e fornecidas uma de cada vez aos provadores de acordo com o balanceamento das amostras (FERREIRA et al., 2000). A ordem de apresentação foi balanceada entre os provadores com o objetivo de minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos dos provadores.

As amostras foram descongeladas por 24 horas, sob refrigeração, a 4°C e separadas de acordo com os tratamentos. Cada amostra foi conservada em salmoura à proporção de 1:1, por 30 minutos (ROÇA et al., 2004). Para cocção utilizou-se o protocolo experimental descrito pela AMSA (2015), em que as amostras foram assadas em forno elétrico pré-aquecido a 180°C, até atingir a temperatura interna de 72°C, controlada por termopares individuais.

Perdas por cocção e força de cisalhamento

As amostras de LD foram pesadas e assadas em forno elétrico pré-aquecido a 180°C, até atingirem a temperatura interna no bife de 72°C, medida por meio de um sistema de termopares com termômetros individuais, que foram inseridos nos bifés até sua parte central, conforme AMSA (2015). Logo após, as mesmas foram retiradas do

forno e ao atingir a temperatura ambiente foram pesadas novamente para cálculo da perda por cocção (PPC), os resultados foram expressos em porcentagem [$PPC = ((P_i - P_f) / P_i) * 100$].

Para determinação da força de cisalhamento (FC) as amostras cozidas foram resfriadas por 24 horas, em refrigerador doméstico, e então cortadas em cubos de 1,0 x 1,0 x 2,0 cm (LYON et al., 1998). Foi utilizado o equipamento texturômetro Brookfield® CT-3 Texture Analyser (Brookfield, USA), equipado com acessório de Warner-Bratzler, operando em velocidade de 3 mm/s, distância 30 mm, força 5 g., considerando para cada amostra a média de seis cubos, os valores foram expressos em kg.

Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

A análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi realizada em dois tempos, a primeira com 30 dias de armazenamento das amostras (-20°C) e a segunda com 180 dias. Foi utilizada a metodologia descrita por Vyncke (1970). Duas soluções de reagentes foram preparadas: solução TCA (ácido tricloroacético 7,5%, adicionado de sal dissódico EDTA 0,1% e n-propilgalato 0,1%) e a solução TBA (ácido tiobarbitúrico, 0,02M).

Foi pesado aproximadamente 5 g de cada amostra de LD em balança analítica, e então diluída com 15 ml de solução de TCA e homogeneizada em Turratrec (Modelo T10 basic, marca IKA) por um minuto na rotação máxima. A solução foi filtrada em papel filtro (Marca WHATMAN), até que toda a amostra tenha sido igualmente filtrada. Três ml do filtrado foi retirado e colocados em tubos de ensaio, em duplicata, no qual foi adicionado 3 ml de solução TBA e agitados em vórtex, após foram colocados em banho-maria a temperatura de 100°C por 40 minutos. Em seguida, os tubos foram resfriados em gelo por 2 minutos para cessar a reação e agitados novamente para retirar qualquer bolha formada. As leituras de absorbância ocorreram em espectrofotômetro (Multiskan Go, Marca ThermoScientific) a 532 nm e a 600 nm e do branco.

A curva analítica foi preparada com solução padrão de tetraetoxipropano (TEP) na concentração de 0,2218g por ml de TCA, em duplicata, completando com solução de TCA até que obtivesse 5ml no total. Posteriormente, foi adicionado 5ml da solução TBA, para iniciar a reação, completando-se 10ml da solução final. Através da curva obteve-se uma equação de reta, da qual foi calculado a concentração de valores de TBARS em mg de malonaldeído (MDA) por kg de amostra.

Cholesterol Total

Para determinação do colesterol total da carne foi utilizado a metodologia descrita por Mariutti et al. (2008), com adaptações, que seguem.

A saponificação direta a frio foi realizada com 2 g de carne crua, acrescido de 10 ml da solução de hidróxido de potássio a 10% em etanol aquoso 90%, permanecendo em ambiente isento de luz e sob agitação durante um período de 20 horas. Em seguida, foi adicionado 15 ml de água e a parte insaponificável foi extraída com 10 ml de hexano por 3 vezes. A última extração de hexano foi filtrado em sulfato de sódio anidro e este lavado com 2 ml de hexano. O conteúdo filtrado foi seco em nitrogênio gasoso.

Posteriormente, para quantificação do colesterol o conteúdo seco foi dissolvido novamente em 1 ml de fase móvel de acetonitrila:isopropanol (85:15), filtrado com membrana Millipore 0,45 μ m, e injetada em cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) Shimadzu (Kyoto, Japão) equipado com detector de arranjo de diodo (DAD). A coluna analítica utilizada C₁₈, 100 x 4,6 mm x 4 μ m (Chromolith, Merck), com circuito de injeção de 2 ml por minuto e temperatura de forno em 32°C. A identificação do colesterol foi feita por comparação dos tempos de retenção dos picos das amostras com os picos do padrão de referência, obtidos da Sigma[®] (Sigma-Aldrich). Quantificação foi feita pela calibração externa.

Perfil de Ácidos Graxos

Para análise de perfil de ácidos graxos (PAG) da carne, foram pesados 2,8 g do centro do LD, homogeneizado e adicionado em um tubo Falcon de 50 ml.

A extração foi realizada pelo método de Folch et al. (1957). Os lipídeos foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol (2:1) em homogeneizador Ultra Turrax Marconi[®]. Em seguida, os lipídeos foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5%.

A gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos formados de acordo com metodologia de Kramer et al. (1997). Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (CG-2010 Plus - Shimadzu, auto injetor AOC 20i), usando coluna capilares SP-2560 (100 m x 0,25 mm de diâmetro com 0,02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial foi de 45°C, com aquecimento progressivo até 175°C, mantendo-se por 27 minutos. Em seguida, um novo aumento de 4°C/minuto foi

iniciado até 215°C, mantendo-se durante 35 minutos. Foi utilizado hidrogênio como gás de arraste com fluxo de 40 cm³/s. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com o tempo de retenção dos ésteres de metil das amostras com os padrões 463 Nu-Chek[®], ácido vacênico C18:1 trans-11 (V038-1G, Sigma[®]), C18:2 trans-10 cis-12 (UC-61M 100mg), CLA e C18:2 cis-9, trans-11 (UC- 60M 100mg) e ácido tricosanóico obtidos da Sigma[®] (Sigma-Aldrich). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização da área dos picos dos ésteres de metil, com uso do *Software GS solution 2.42*[®]. Os ácidos graxos foram expressos em porcentagem do total de metil éster quantificado.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em que 30 cordeiros foram distribuídos em três blocos, de acordo com o peso vivo inicial (leve, intermediário e pesado), considerando o sexo (com dois níveis), e três dietas (CTL, OLE e OLEVIT), com 10 repetições cada. Cada animal foi considerado uma unidade experimental.

Para as avaliações de características da carne (TBARS, colesterol total, perda por cocção, força de cisalhamento e cor), utilizou-se um modelo que contemplou os efeitos fixos de dieta (D) e sexo (S) dos animais e a interação S x D, além dos efeitos aleatórios de blocos e resíduos. Os dados foram analisados pelo procedimento PROC MIXED do programa SAS[®], que utiliza o método de máxima verossimilhança restrita para obter as soluções dos efeitos fixos e aleatórios. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Para a análise sensorial os dados foram analisados utilizando o delineamento em blocos (painelista), com um modelo linear misto incluindo efeito fixo de dietas e efeito aleatório de bloco (painelista) e resíduo. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento PROC MIXED do programa SAS[®]. As médias quando significativas ($P < 0,05$) foram comparadas utilizando o teste de Tukey.

Os perfis de ácidos graxos foram previamente analisados a fim de verificar sua homogeneidade. Foi considerado modelo linear incluindo dietas, sexo dos animais e interação entre esses dois fatores, como modelo fixo e o bloco e o resíduo como efeito aleatório. Os dados foram analisados por meio do procedimento PROC MIXED do programa SAS[®]. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ($P < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os componentes de cor L^* , a^* , b^* não foram influenciados pelas dietas ($P > 0,05$) e não houve interação dieta x sexo ($P > 0,05$). Porém, houve efeito de sexo para ($P < 0,05$) os cromas L^* ($P = 0,0009$) e a^* ($P = 0,0043$), os machos apresentaram carne com maior valor de L^* (38,05), em comparação às fêmeas (34,26). E o parâmetro a^* foi maior para a carne das fêmeas (16,84) em relação aos machos (15,32) (Tabela 13). Vergara, Molina e Gallego (1999) observaram uma tendência de fêmeas terem maior teor de vermelho (a^*). De acordo com Simões e Ricardo (2000), carnes com valores menores para o croma L^* e maior para o croma a^* apresentam coloração vermelho mais intenso, característica observada na carne das fêmeas deste estudo.

Os valores de L^* avaliados na carne de cordeiros, variam entre 18,13 e 48,15, quanto maior o valor de L^* , mais clara é a carne (COSTA et al., 2009b; JOHNSON et al., 2005; SAÑUDO et al., 1996). Já, para o componente de cor a^* , as variações encontradas para o mesmo músculo em cordeiros, é de 7,53 a 18,01 (PINHEIRO et al., 2009; SOUZA et al., 2004). Para o croma b^* a variação é maior, com valores entre 2,33 a 22,94 (BONAGURIO et al., 2003; COSTA et al., 2009b; COSTA et al., 2011). No presente estudo os valores médios observados foram de 36,16 para L^* , 16,08 para a^* e 12,90 para b^* , com tendência para o teor vermelho (a^*), portanto, comprovam coloração desejada pelos consumidores no momento da compra, indicando que a adição de óleos funcionais e vitamina E não prejudicou a coloração do músculo.

No estudo realizado por Marsiglio (2012), a inclusão da mistura de OF (rícinio e LCC) não comprometeu a cor (L^* , a^* e b^*) da carne de cordeiros confinados. O mesmo foi observado em estudo conduzido por Cruz (2012), em que os parâmetros de cor do músculo LD de bovinos Nelore confinados, recebendo dieta contendo OF (rícinio e LCC) não apresentou diferença em relação aos demais tratamentos. Oliveira (2013) não observou efeito nos parâmetros de cor no músculo LD de cordeiros confinados suplementados com vitamina E, apresentando valores médios de 38,51 para o croma L^* , 18,25 para a^* e 9,29 para b^* , os valores de L^* e a^* observados pelo autor apresentaram-se próximos dos encontrados no presente estudo.

As dietas não influenciaram a PPC e a FC ($P > 0,05$), assim como não houve interação dieta x sexo ($P > 0,05$). Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) para estas variáveis (Tabela 13). A carne dos machos proporcionou maior média para PPC, provavelmente

devido à menor quantidade de gordura, em relação às fêmeas. De acordo com Sañudo et al., (1997), maiores níveis de gordura na carcaça propiciam menores perdas durante a cocção, resultando em carnes mais suculentas, pelo fato da gordura na carne atuar como barreira na perda de umidade.

Silva et al. (2013) também avaliaram o uso de diferentes aditivos (virginiamicina, monensina sódica e óleos funcionais de rícino e LCC) em dietas de bovinos Nelore confinados, e não encontrou diferenças entre os tratamentos para PPC. Farias (2013) ao avaliar as características de carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de gordura protegida (0, 4,2 e 5,8%) em confinamento constatou que não houve efeito entre os tratamentos para PPC, em que o valor observado foi de 37,37%, superior ao observado neste estudo (22,17%), essa diferença pode ser relacionada à idade dos animais, já que os animais deste estudo eram mais velhos em comparação ao autor supracitado, logo a deposição de tecido adiposo é maior e as perdas durante a cocção torna-se menor.

Durante o cozimento da carne podem ocorrer perdas quantitativas e qualitativas do produto. A PPC é uma medida de qualidade que pode ser influenciada pela capacidade de retenção da água das estruturas da carne (PARDI et al., 1993) e as perdas podem influenciar características como força de cisalhamento, textura, sabor e suculência da carne (BONAGURIO et al., 2003).

Para FC ($P < 0,05$) a carne dos machos foi mais dura (4,81 kg) quando comparadas à carne das fêmeas (3,59 kg), entretanto, independente de sexo, as carnes foram consideradas moderadamente macias e muito macias, respectivamente. O sexo pode influenciar a maciez da carne, as fêmeas tendem a apresentar carnes mais macias que machos castrados, e estes mais macias que machos não castrados (ALVI, 1980). Gonçalves et al. (2004) também verificaram que a carne dos machos não castrados foi mais dura (4,17 kg) que a carne de machos castrados (3,50 kg) e fêmeas (3,24 kg).

Boleman et al. (1997) classificaram carnes em muito macias (2,3 kg à 3,6 kg), moderadamente macias (4,1 kg à 5,4 kg) e pouco macia (5,9 kg à 7,2 kg). No presente estudo, conforme observado, o valor médio obtido para FC foi de 4,2 kg, classificadas, portanto, como moderadamente macias, independente dos tratamentos.

Tabela 13 - Valores médios, desvio padrão e probabilidades dos parâmetros de cor, perda por cocção e força de cisalhamento da carne de cordeiros alimentados com dietas experimentais

Parâmetro	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
L*	36,096 ± 0,96	36,640 ± 0,97	35,739 ± 0,96	38,054 ± 0,88	34,262 ± 0,77	0,7575	0,0009	0,4263
a*	15,748 ± 0,42	16,158 ± 0,42	16,354 ± 0,42	15,324 ± 0,37	16,849 ± 0,30	0,5830	0,0043	0,9262
b*	12,434 ± 0,67	13,095 ± 0,67	13,161 ± 0,67	12,740 ± 0,63	13,053 ± 0,57	0,5391	0,5982	0,5319
PPC, %	12,454 ± 1,37	9,292 ± 1,37	11,504 ± 1,37	13,006 ± 1,25	9,161 ± 1,07	0,2155	0,0152	0,8105
FC, kg	4,385 ± 0,37	4,548 ± 0,37	3,684 ± 0,37	4,818 ± 0,34	3,593 ± 0,30	0,1406	0,0027	0,2127

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; PPC: Perda por cocção; FC: Força de cisalhamento; L*: Luminosidade; a*: Teor de vermelho; b*: Teor de amarelo.

Fonte: Própria autoria.

Verificou-se efeito da dieta ($P < 0,05$) para a análise sensorial em relação aos atributos de maciez, suculência e sabor característico (Tabela 14). A carne proveniente dos animais alimentados com a dieta OLEVIT apresentou maior pontuação de maciez e suculência, a oferta da vitamina E e do OF podem ter contribuído para que esses resultados, pois sua ação antioxidante sobre os fosfolípidios das membranas as protege e ajudam na diminuição do rompimento das mesmas, mantendo por mais tempo sua função de proteção, diminuindo a perda exudativa da carne e assim proporcionando carnes mais suculentas e macias (MITSUMOTO et al., 1998).

Membranas biológicas atuam como barreiras às alterações deteriorativas que podem afetar a qualidade do alimento de origem animal e a oxidação dos fosfolípidios das membranas levam a diminuição na fluidez, rompimento da estrutura e perda da função normal da membrana (ASGHAR et al., 1991; EIKELENBOOM et al., 2000; MITSUMOTO et al., 1998), que no músculo pode afetar a habilidade da biomembrana em atuar como barreira semipermeável e pode contribuir na perda exsudativa da carne, contudo, o alto conteúdo do α -tocoferol na carne tem efeito positivo em minimizar essa perda do suco após o descongelamento (ASGHAR et al., 1991; MITSUMOTO et al., 1998).

Não houve efeito entre as dietas ($P < 0,05$) para o aroma característico, sabor e aroma estranho da carne, a pontuação média observada foi de 6,56, 4,06 e 4,24, respectivamente (Tabela 14). Em adição, verificou-se que os provadores não notaram sabor e aroma estranho nas amostras, resultado muito positivo visto que a adição dos aditivos não interferiu de forma negativa na carne, quando observados tais atributos.

A maciez é considerada a característica qualitativa da carne mais importante após a compra (SILVA SOBRINHO, 2001). A maciez e suculência, neste estudo, obtiveram pontuação média de 7,42 e 7,37, respectivamente, indicando que os consumidores gostaram moderadamente da carne dos cordeiros.

Cruz (2012) realizou a análise sensorial e avaliou a preferência de compra do músculo LD de bovinos mestiços terminados em confinamento alimentados com dietas contendo OF + glicerina, o autor constatou que a carne desses animais apresentou melhor aroma, sabor e maciez comparado ao controle, sendo classificadas como agradável aos consumidores e que esses tiveram preferência de compra pelas carnes de animais alimentados com esses compostos.

Para sabor característico da carne não foi observado diferença entre o CTL e o OLEVIT, com pontuação de 6,79 e 7,01, respectivamente, a dieta OLE apresentou a

menor pontuação (6,31), contudo os valores obtidos demonstrando que o uso dos aditivos não interferiu negativamente neste atributo, já que os consumidores demonstraram gostar ligeira a moderadamente do sabor característico da carne.

Ressalta-se que o uso dos aditivos, óleos funcionais e vitamina E, nas dietas experimentais não interferiram negativamente nos atributos sensoriais da carne dos cordeiros, demonstrando que podem ser utilizados como suplementos na alimentação dos animais em busca de melhorias na qualidade da carne, bem como nos atributos sensoriais.

Tabela 14 - Valores médios e probabilidades dos atributos avaliados em análise sensorial na carne de cordeiros confinados alimentados com dietas experimentais

Atributo	Dieta			EPM	Probabilidade
	CTL	OLE	OLEVIT		
Maciez	7,20b	7,04b	8,03a	0,160	<.0001
Suculência	7,28b	7,11b	7,72a	0,160	0,0034
Sabor Característico	6,79a	6,31b	7,01a	0,191	0,0085
Aroma Característico	6,70	6,42	6,56	0,169	0,2971
Sabor Estranho	4,09	4,03	4,08	0,109	0,8366
Aroma Estranho	4,29	4,24	4,21	0,106	0,7576

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); EPM: erro padrão da média; Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Própria autoria.

Não foi observado efeito entre as dietas ($P > 0,05$) e entre sexo ($P > 0,05$), assim como não houve interação dos fatores ($P > 0,05$) para a análise de TBARS na carne, com 30 e 180 dias de armazenamento (Tabela 15). O valor médio de TBARS observado na amostra do músculo LD com 30 dias de armazenamento foi de 0,187 mg MDA/kg e com 180 dias foi de 0,173 mg MDA/kg de amostra.

A oxidação de lipídeos da origem a gostos e odores característicos do ranço, responsáveis por *off flavors* e *off odors*, importantes causas da rejeição do produto pelos consumidores. Segundo Dierks et al. (2014), valores de TBARS superiores a 1 mg MDA/kg de amostra podem ser associados ao sabor de ranço. Ademais, os períodos de estocagem das carnes em baixas temperaturas são determinantes para estabilidade oxidativa, causando menores alterações físico-químicas e sensoriais nas matérias-primas cárneas (TRINDADE et al., 2011). Limbo et al. (2010) observaram maiores valores de TBA na carne de ruminantes armazenada a 15,5°C (0,305 mg de MDA/kg de carne) quando comparada a carnes armazenadas a 8,1°C (0,105 mg de MDA/kg de carne) ou 4,3°C (0,081 mg de MDA/kg de carne).

Fernandes et al. (2013) avaliaram o TBARS em carne de ovinos congelada por 12 meses (-18°C), e constatou que o índice de TBARS variou ao longo do período, mostrando comportamento quadrático ($P < 0,05$) de redução inicial seguido de aumento no final do período de armazenamento, porém os valores foram baixos (máximo $0,3 \text{ mg MDA kg}^{-1}$) e dentro do limite aceitável. Cifuni et al. (2000) constataram valor médio entre $0,10$ e $0,15 \text{ mg MDA kg}^{-1}$, ao avaliar cortes comerciais de carcaças de cordeiro congeladas a -20°C por 6 meses, valores bastante próximos ao encontrado no presente estudo e abaixo dos níveis de detecção para o desenvolvimento de rancidez oxidativa. O congelamento diminui a atividade molecular e reduz as interações entre as moléculas oxidativas e os lipídeos cárneos. Além disso, o uso de antioxidantes naturais, como óleos funcionais e extratos de plantas ricas em carotenoides, taninos e outras substâncias como vitamina E, pode ser uma alternativa aos antioxidantes químicos.

Níveis baixos de TBARS foram observados em variados estudos ao avaliar a carne de animais suplementados com vitamina E em diferentes tempos de armazenamento (EIKELENBOOM et al., 2000; GATELLIER et al., 2001; LEE et al., 2008).

Zawadzki (2013) ao estudar efeito da adição de glicerina + OF em dietas para bovinos confinados constatou que estes aditivos não apresentaram efeitos sobre os valores de TBARS (média $0,64 \text{ mg MDA/kg}$ amostra) na carne 48 horas após o abate, justificado pelo fato da composição de ácidos graxos da carne dos animais dos diferentes tratamentos serem semelhantes, ademais, as dietas testadas eram compostas de silagem de milho e cereais, que contêm vitamina E, tornando as amostras oxidativamente estáveis (CAMPO et al., 2006). Karabagias et al. (2011) avaliaram o efeito do óleo de tomilho (*Thymus vulgaris*) ou óleo de orégano (*Origanum vulgare*) sobre a extensão da vida de prateleira da carne ovina e observaram que os valores de TBARS variaram entre os tratamentos, mas mantiveram-se abaixo de 4 mg de MDA/kg de carne. Ao avaliar o extrato de alecrim (*Rosmarinus officinalis*) na preservação da estabilidade oxidativa da carne ovina, Bañon et al. (2012) observaram que o tratamento foi eficiente em aumentar a vida de prateleira, inibindo claramente a oxidação lipídica e a formação do ranço.

Portanto, os níveis de TBARS observados no presente estudo foram considerados baixos e dentro da normalidade, não apresentando características de carne rançosa, podendo ser justificado pelo tipo de estocagem do produto, congelamento a -20°C , retardando a níveis extremamente baixos o processo de oxidação lipídica, conservando a carne ao longo do tempo de armazenamento (6 meses).

Para a análise de colesterol total (CT) da carne dos cordeiros não foi observado efeito entre as dietas ($P > 0,05$) e entre sexo ($P > 0,05$), assim como não houve interação dieta x sexo ($P > 0,05$). O valor médio de CT do presente estudo foi de 64,14 mg/100 g de amostra, independente dos tratamentos (Tabela 15).

De acordo com os dados de USDA (2016), carne de cordeiro, crua e sem excesso de gordura, deve conter valor aproximado de 73 mg/100g de amostra, de colesterol total, sendo esta referência pouco maior que o encontrado no presente estudo.

Perez et al. (2002) obtiveram valor médio de 71,50 mg/100g de colesterol no músculo LD de cordeiros das raças Bergamácia e Santa Inês, ao avaliar o nível de CT de acordo com peso de abate, os autores observaram que o CT diminuiu linearmente com o aumento do peso (75,43, 71,50, 67,57 e 63,64 mg/100g de músculo para os pesos de 15, 25, 35 e 45 kg, respectivamente), os animais do presente estudo foram abatidos com peso entre 38 e 47 kg e apresentaram CT bastante próximo dos animais considerados pesados (45 kg) pelo autor supracitado, corroborando com o mesmo.

Ao avaliar o nível de CT no músculo LD de cordeiros de diferentes genótipos, suplementados ou não com vitamina E, Salvatori et al. (2004) não observaram efeito de genótipo ou da suplementação da vitamina E, assim como não houve interação entre os fatores avaliados, com médias similares às observadas no presente estudo, entre 56,5 e 63 mg/100g de amostra.

Apesar de não ter havido diferença entre os níveis de CT da carne dos cordeiros das diferentes dietas, os valores foram considerados abaixo do valor de referência para carne de cordeiros, de 73 mg/100g de carne (USDA, 2016), demonstrando que os aditivos, OF e vitamina E, não interferiram negativamente e por serem compostos naturais não são restritos a essa espécie animal, desde que utilizado nas doses recomendadas, principalmente no que se refere ao uso do OF, em busca de substituição aos antibióticos na alimentação animal.

Tabela 15 - Valores médios de TBARS (30 e 180 dias) e colesterol total no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros confinados alimentados com dietas experimentais

Parâmetro	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
TBARS 30 dias	0,183 ± 0,01	0,192 ± 0,01	0,186 ± 0,01	0,178 ± 0,01	0,196 ± 0,01	0,7666	0,0943	0,6953
TBARS 180 dias	0,182 ± 0,02	0,179 ± 0,02	0,160 ± 0,02	0,175 ± 0,02	0,172 ± 0,02	0,4621	0,8420	0,1099
Colesterol Total	61,57 ± 8,45	64,05 ± 8,48	66,78 ± 8,44	62,38 ± 7,90	65,89 ± 7,18	0,8567	0,6510	0,9778

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; TBARS: substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico (mg de malonaldeído/kg de amostra).

Fonte: Própria autoria.

Houve efeito de dieta ($P < 0,05$) para o AGS mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0). E entre o sexo verificou-se efeito ($P < 0,05$) para o AGS esteárico (C18:0) e heneicosanoico (C21:0) (Tabela 16). Foi observada interação entre dieta e sexo ($P < 0,05$) para os AGS cáprico (C10:0), láurico (C12:0), pentadecanóico (C15:0) e margárico (C17:0), e as interações foram desdobradas e apresentadas na Tabela 18.

Os AG de maior concentração foram o oleico, palmítico, esteárico e linoleico, com valor médio de 37,87%, 21,48%, 12,31% e 6,18%, respectivamente. Diversos autores também encontraram altas concentrações desses mesmos AG no músculo LD de cordeiros (COSTA et al., 2009a; COSTA, 2011; MARSIGLIO, 2012; RODRIGUES et al., 2010; YAMAMOTO et al., 2007).

De acordo com Monteiro (1998) a carne de ovinos é rica em ácidos graxos saturados, principalmente mirístico, palmítico e esteárico; monoinsaturados palmitoleico e oleico, e poliinsaturados linoleico, linolênico e araquidônico.

Na Tabela 18 observa-se que não houve diferença entre os machos do OLEVIT e OLE com maior porcentagem de C10:0 na carne, comparado aos do CTL. Somente a dieta OLEVIT diferiu entre sexos, com maior porcentagem de C10:0 nos machos. Zhao et al. (2013) ao avaliarem o efeito de concentrações crescentes de vitamina E sobre a composição de AG no músculo LD de cordeiros, não observaram efeito para C10:0 entre as dietas com diferentes teores de vitamina E (20, 100, 200 e 2000 UI vitamina E, 0,084%, 0,069%, 0,092% e 0,13%, respectivamente), valores próximos aos observado neste estudo, 0,115% para OLE e 0,124% para OLEVIT.

A carne dos machos das dietas OLE e OLEVIT não diferiram e tiveram maior porcentagem de C12:0, comparado ao CTL. Dentre as fêmeas a maior porcentagem de C12:0 foi observada para a dieta OLEVIT, diferindo das demais, porém com valores extremantes baixos, com média de 0,05% (Tabela 18). A porcentagem do AG C12:0 observado por Marsiglio (2012) em carne de cordeiros recebendo dietas contendo OF foi muito próximo ao do presente estudo (0,04%), sem efeito entre as dietas estudadas. Solomon et al. (1991) encontraram valores extremamente baixos de C12:0 e C14:0 na carne de cordeiros (menores que 1%) e consideraram que o consumo dessa carne não afeta os níveis de colesterol sérico, em decorrência da ingestão de ácidos graxos C12:0 e C14:0.

Os ácidos C14:0 e C16:0 foram mais elevados na carne dos animais alimentados com OLEVIT, 1,82% e 22,35%, respectivamente, diferindo-se das demais dietas experimentais (Tabela 16), porém dentro do esperado para a espécie animal. Oliveira

(2013) ao estudar o PAG do LD de cordeiros Ile de France suplementados ou não com vitamina E, não encontrou diferença para os AG C14:0 (3,08%) e C16:0 (24,32%) na carne dos cordeiros suplementados. Marsiglio (2012) não observou efeito entre dietas contendo diferentes aditivos (OF, monensina sódica e salinomicina sódica) para os AG C14:0 e C16:0, com valores de 2,23% e 22,23%, respectivamente, nos animais que receberam OF. Os valores encontrados pelos autores foram próximos ao do presente estudo.

Os AG C12:0, C14:0 e C16:0 têm efeito hipercolesterolêmico (FARFAN, 1996), sendo, o C14:0 o mais indesejável, por ser rapidamente incorporado a triglicérides celulares (RIOUX et al., 2000); o C12:0 e o C16:0 têm ação hipercolesterêmica menor (FERNANDES et al., 2010; FRENCH et al., 2003). Os ácidos C14:0 e C16:0 podem aumentar a síntese de colesterol e favorecer o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade, favorecendo o aparecimento de doenças cardiovasculares. Entretanto, o C16:0 é citado como precursor de AGS de cadeia longa, dando origem a outros AGS, como o esteárico (C18:0), araquídico (C20:0) e assim sucessivamente, por meio da inserção de dois átomos de carbono.

Em relação ao C18:0, apesar de ser um AGS, este ácido possui ação neutra nos resultados dos níveis de LDL sanguíneo no homem, uma vez que é transformado rapidamente pelos processos de alongamento e dessaturação em ácido oleico (C18:1 n-9c) (NCBA, 2007). Conforme relatado por Mir et al. (2003), o AG oleico é reconhecido por apresentar propriedades hipocolesterolêmicas. Segundo Sañudo et al. (2000), os ruminantes possuem altas concentrações de ácido oleico na composição da gordura intramuscular. O linoleico é um AG essencial, ou seja, não é sintetizado pelo homem e deve ser ingerido na dieta, sendo assim seu alto nível é desejável (MARTIN et al., 2006).

Para AGS C15:0 e C17:0 foi observado valor médio de 0,33% e 1,37%, respectivamente. De acordo com Rossell (1991), os AG C15:0 e C17:0 normalmente aparecem em quantidades muito reduzida na carne de ruminantes, entre 1-2%, corroborando com os resultados encontrados.

Ao analisar o desdobramento da interação dieta x sexo para o AG C15:0 (Tabela 18), os machos do OLEVIT apresentaram a maior porcentagem deste ácido em comparação aos machos do CTL e OLE, não diferindo-se, o mesmo foi observado no desdobramento realizado para o AG C17:0 (Tabela 18). Em relação às dietas, o AG C15:0 teve maior porcentagem na carne dos machos do OLE e do OLEVIT em comparação às

fêmeas. E para o AG C17:0 os machos do OLEVIT obtiveram maior resultado que as fêmeas.

Segundo Fernandes et al. (2009), os ácidos graxos de cadeia ímpar são pouco comuns nos lipídeos da maioria dos mamíferos, porém, em ruminantes, são formados pela síntese *de novo* a partir do ácido propiônico, produzido no processo de fermentação ruminal, que, pela ação da propionil-CoA sintetase, encontrada nas bactérias, no fígado e tecido adiposo, é transformado em propionil-CoA e, finalmente, a AG de cadeia ímpar. Os óleos funcionais tendem a alterar o perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen, aumentando a produção do propionato por meio da seleção de bactérias Gram-positivas (TORRENT, 2014), o que pode ter desencadeado maior porcentagem do C15:0 na carne dos animais que receberam dietas contendo o OF. Neste sentido, Fernandes et al. (2009) observaram efeito significativo sobre a composição de AG do músculo LD de tourinhos, com maior teor de C15:0 em comparação à novilhos e novilhas. No presente estudo, os machos apresentaram maior porcentagem do C15:0 comparado às fêmeas. Díaz et al. (2002) e Rowe et al. (1999) observaram que a carne dos cordeiros terminados em sistema de confinamento apresentou maior teor de C17:0.

Dentre os AGS o sexo influenciou o C18:0, a carne das fêmeas apresentou a maior porcentagem (12,86%) em comparação a dos machos (11,74%) (Tabela 16). Segundo Osório et al. (2005), as fêmeas por serem mais precoces que os machos, tendem a modificam mais o PAG, depositando assim maior porcentagem deste AG. Entretanto, Madruga et al. (2006) não encontraram efeito de sexo para o AG C18:0 avaliado na carne de cordeiros confinados.

Para o AG C21:0 a carne dos machos teve maior valor (0,027%) comparado às fêmeas (0,018%), contudo os valores observados para este último ácido foram extremamente baixo (Tabela 16). Segundo Palmquist & Mattos (2006), o C21:0 apesar de ser um AGS não apresentam efeito sobre o nível de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) plasmático, pois, sendo um AG de cadeia longa, apresenta baixa absorção intestinal. O AG C21:0, é um AG de cadeia ímpar, portanto sua formação justifica-se pela síntese *de novo* a partir do ácido propiônico, conforme explícito anteriormente (FERNANDES et al., 2009).

Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) pentadecanoico (C15:1 c9) e C16:1 t11,12 apresentaram interação dieta x sexo ($P < 0,05$) (Tabela 18). Para o AG C15:1 c9, a carne dos machos do CTL teve maior porcentagem deste AG, não diferindo do OLE, este por vez não foi diferente do OLEVIT, que obteve menor porcentagem. Em relação

às dietas, somente para OLEVIT foi observado que as fêmeas apresentaram maior porcentagem de C15:1 c9, comparada aos machos. Para o C16:1 t11,12, a carne dos machos do OLE e OLEVIT apresentaram igual e menor porcentagem deste ácido comparado a do CTL. Para a dieta, no CTL foi observado que as fêmeas apresentaram menor porcentagem deste ácido em relação aos machos. Os valores observados para estes dois ácidos foram extremamente baixos e por não serem AG de grande importância à saúde humana, os mesmos não se tornaram foco de discussão.

Os AGMI C16:1 t9, C18:1 t6,8 e C18:1 t12 foram influenciados pelo sexo ($P < 0,05$), em que as fêmeas apresentaram menor porcentagem para todos esses AG quando comparado aos machos (Tabela 16). O AGMI C19:1 c13 foi influenciado pela dieta ($P < 0,05$), a carne dos animais do CTL teve maior porcentagem para este AG quando comparado ao OLE e OLEVIT, estes não se diferiram. Contudo, estes AG apresentaram valores muito baixos, e por não serem considerados de extrema importância à saúde humana, os mesmos não se tornaram foco de discussão no presente estudo.

Houve efeito de sexo ($P < 0,05$) para os AGMI miristoléico (C14:1 c9), palmitoléico (C16:1 c9), oleico (C18:1 n9c) e C18:1 t10, além do AG C20:1 c11, este último além do efeito de sexo, apresentou também efeito entre as dietas ($P < 0,05$), não havendo interação entre os fatores sexo e dieta ($P > 0,05$) (Tabela 16).

Para o AG C14:1 c9 e C16:1 c9 a carne das fêmeas teve menor porcentagem (0,062% e 1,51%, respectivamente) em comparação aos machos (0,084% e 1,68%, respectivamente), valores extremamente baixos. Entretanto, Madruga et al. (2006) observaram valor médio C14:1 c9 na carne de ovinos de 0,13% para machos e 0,17% para fêmeas; já para o AG C16:1 c9 as fêmeas tiveram 2,18% e os machos 1,59%, diferindo-se.

O ácido tetradecenoico (C14:1) apresenta variados isômeros principalmente no leite e na carne de ruminantes, além de óleos de peixe. O isômero mais importante é o miristoléico, C14:1 (9), que pode aparecer nas formas cis e trans (KURTZ, 1980). O ácido hexadecenoico (C16:1) apresenta seus isômeros em variadas fontes naturais, sendo o ácido palmitoleico, C16:1 (9) o de maior representação, sendo componente de lipídios de muitas plantas e animais (MARKLEY, 1960).

Os AGMI e AGPI por serem hipocolesterêmios, contribuem para diminuir a concentração de colesterol sanguíneo, exceto os ácidos C16:1 c9 e C14:1 c9, que não partilham das mesmas propriedades, e dos isômeros trans, principalmente o eláidico

(C18:1 t9), estes são associados aos altos riscos de doenças cardiovasculares (WILLIAMS, 2000; VALSTA et al., 2005).

O AG C18:1 n9c, oleico, apresentou a maior porcentagem dentre os AGMI encontrados na carne dos cordeiros deste estudo, o valor médio observado foi de 37,87% (Tabela 16), esse valor pode estar relacionado à composição da dieta (LANNA et al., 2001), assim como da dessaturação endógena do ácido graxo esteárico (C18:0) (CORL et al., 1998). O ácido oleico, é o octadecenoico (C18:1) mais largamente difundido na natureza. É um importante constituinte de muitos óleos vegetais e o principal componente do azeite (70-80%) (KURTZ, 1980).

Segundo Costa (2008), o ácido elaídico (C18:1t9) e o ácido vacênico (C18:1t11) estão presentes principalmente na gordura dos ruminantes, podendo atingir até 10% do teor de ácido oleico. Este ácido é precursor dos ácidos graxos da série ω 9 (HAUTRIVE et al., 2012). O ácido graxo oleico (C18:1) é um importante ácido para a saúde humana por contribuir com a redução do LDL e elevação do HDL no sangue (DEPARTMENT OF HEALTH, 1994).

O AGMI C20:1 c11 teve maior porcentagem na carne dos machos (0,08%). E entre as dietas a carne dos animais do CTL tiveram maior porcentagem (0,09%), porém não diferiu do OLE (0,08%) e OLEVIT (0,08%) (Tabela 16). Os valores extremamente baixos podem ser considerados irrelevantes para o desencadeamento de doenças à saúde humana. Ademais, o ácido eicosenoico (C20:1) existe em especial nos óleos de peixe sob a forma de dois isômeros de posição, o ácido C20:1 (9) e o ácido gondoico, C20:1 (11) (COSTA, 2008).

Os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) linolelaídico (C18:2 n6t), eicosadienoico (C20:2 n6 c11,14), diferiram entre as dietas ($P < 0,05$), com valores médios de 0,07% e 0,05%, respectivamente. O AGPI C20:3 n9 teve efeito de sexo ($P < 0,05$), com valor médio de 0,20%. Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para os demais AGPI, assim como para o AG linoleico (C18:2 n6c) e linolênico (C18:3 n3), o mesmo ocorreu com o ácido linoleico conjugado (CLA), com valores de 6,18%, 0,18% e 0,22%, (Tabela 16), respectivamente, semelhantes aos encontrados por Marsiglio (2012) em carne de cordeiros alimentados com dietas contendo OF.

Há recomendações de que a gordura consumida por meio da carne deva ser composta principalmente de AGPI, especialmente o ômega-3 (POULSON et al., 2004; RAES et al., 2004). O CLA é principalmente encontrado em produtos lácteos e carnes

de animais ruminantes, fontes ricas deste composto na alimentação dos seres humanos (AHARONI et al., 2005; NUTE et al., 2007; SCHMID et al., 2006).

Houve efeito de dieta para a composição total de AGS ($P < 0,05$) em que a maior porcentagem foi observada na carne dos animais da dieta OLEVIT (41,57%), não diferindo de OLE (40,07%), este por vez não foi diferente do CTL (38,53%) que apresentou menor porcentagem total (Tabela 17). Entretanto, era esperado que o OF adicionado às dietas resultasse em menor porcentagem de AGS na carne dos cordeiros quando comparado ao CTL, pois os principais constituintes dos OF são AGI (ácido ricinoleico e cardanol). Além disso, esses ácidos apresentam atividade antimicrobiana maior que os AGS, as bactérias mais susceptíveis aos AGI são as Gram-positivas, a atuação do OF sobre as bactérias ruminais tende a diminuir e/ou inibir a atividade dessas bactérias. Bactérias ruminais envolvidas com biohidrogenação são divididas conforme a via metabólica utilizada, em grupo A e grupo B (KEMP, LANDER, 1984). A biohidrogenação completa dos AGPI é realizada com bactérias dos dois grupos, contudo, bactérias do grupo A podem hidrogenar os AGPI a C18:1 *trans*, e algumas estirpes do grupo B podem hidrogenar este último AG em a ácido esteárico (C18:0) (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997). Por essa razão, era esperado o aumento do nível de AGI e um decréscimo da concentração de AGS no rúmem, e posterior absorção dos AGI no intestino e deposição muscular.

Não houve efeito entre dieta e entre sexo ($P > 0,05$) para o total de AGMI, AGPI, CLA, n3, n6 e para relação n6:n3, bem como não houve interação entre os fatores estudados ($P > 0,05$) (Tabela 17).

Maiores concentrações foram observadas para AGMI com valor médio de 48,8%, seguido por AGS (40,05%) e AGPI (9,5%). AGMI na carne de animais de produção são desejáveis, já que esses ácidos são considerados hipocolesterolêmicos, por diminuírem o nível de colesterol sanguíneo. O CLA apresenta ação inibitória sobre carcinomas epidermais, mamários e gastrointestinais, porém seu efeito anticarcinogênicos está relacionado com a dose da dieta, estendendo-se entre 0,1 e 1%. As principais fontes de CLA são encontrados em produtos oriundo de ruminantes, a carne contém 5,1 mg/g de CLA, no total de AG de LD de carneiros (BESSA et al., 2000).

De acordo com Santos Silva et al. (2002), cordeiros criados a pasto apresentaram gordura mais adequada que daqueles alimentados com dietas de concentrado, pelo alto valor observado de AGPI n3, maior concentração de CLA e menor relação n6:n3. Ademais, Díaz et al. (2002) concluíram que o pasto contém altos níveis de ácido

linolênico, precursor da série de AG n3, e que os concentrados em geral são ricos em ácido linoleico, precursor de n6. A relação n6:n3 do presente foi de 21,21%, valor extremamente alto e fora das recomendações de ingestão diária de AG, a relação deve estar entre 4-10:1, segundo Wood et al. (2003). O consumo equilibrado de AG da família n3 e n6 torna-se importante na prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, diabetes, artrites e desequilíbrio imunitário (COSTA, 2008).

O OF pode modificar o perfil de gorduras depositada nos tecidos animais, favorecendo o acúmulo de AGPI, que contribuem para melhoria da saúde humana. Ademais, devido a atividade antioxidante dos OF e da vitamina E, estes compostos na alimentação animal podem contribuir com o retardo a oxidação lipídica da carne, principalmente as que contêm maior concentração de AGI, sendo esses AG mais susceptíveis à oxidação.

Tabela 16 - Composição de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas experimentais

(Continua)

Ácido Graxo	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
AGS								
C10:0 Caprico	0,080b ± 0,009	0,115a ± 0,009	0,124a ± 0,009	0,115 ± 0,008	0,098 ± 0,006	0,0044	0,1005	0,0147
C12:0 Laurico	0,043c ± 0,002	0,051b ± 0,002	0,059a ± 0,002	0,052 ± 0,002	0,050 ± 0,002	0,0003	0,3635	0,0452
C14:0 Mirístico	1,392b ± 0,069	1,575 b ± 0,069	1,822 a ± 0,069	1,667 ± 0,062	1,526 ± 0,051	0,0010	0,0913	0,0873
C15:0 Pentadecanoico	0,306b ± 0,016	0,327a,b ± 0,016	0,358a ± 0,016	0,371 ± 0,015	0,289 ± 0,014	0,0254	<.0001	0,0045
C16:0 Palmítico	20,742b ± 0,312	21,269b ± 0,312	22,353a ± 0,312	21,680 ± 0,279	21,228 ± 0,228	0,0046	0,2228	0,1737
C17:0 Margárico	1,340 ± 0,068	1,379 ± 0,068	1,403 ± 0,068	1,468 ± 0,064	1,280 ± 0,059	0,6708	0,0039	0,0089
C18:0 Estearico	11,594 ± 0,458	12,525 ± 0,458	12,803 ± 0,458	11,747 ± 0,410	12,868 ± 0,335	0,1720	0,0458	0,7595
C19:0	0,087 ± 0,010	0,101 ± 0,010	0,116 ± 0,010	0,107 ± 0,009	0,096 ± 0,007	0,1425	0,3371	0,1245
C20:0 Araquídico	0,052 ± 0,004	0,051 ± 0,004	0,048 ± 0,004	0,054 ± 0,004	0,047 ± 0,003	0,7693	0,1527	0,9336
C21:0 Heneicosanoico	0,025 ± 0,003	0,026 ± 0,003	0,017 ± 0,004	0,027 ± 0,003	0,018 ± 0,003	0,1782	0,0380	0,7166
C22:0 Behénico	0,043 ± 0,007	0,041 ± 0,007	0,046 ± 0,007	0,046 ± 0,006	0,041 ± 0,005	0,9014	0,5622	0,7321
C23:0	0,050 ± 0,004	0,044 ± 0,004	0,047 ± 0,004	0,046 ± 0,004	0,048 ± 0,003	0,6514	0,6588	0,1357
C24:0	0,070 ± 0,008	0,051 ± 0,008	0,052 ± 0,008	0,055 ± 0,008	0,061 ± 0,008	0,1853	0,5371	0,1609
AGMI								
C17:1 c11	0,026 ± 0,002	0,029 ± 0,003	0,020 ± 0,003	0,027 ± 0,002	0,023 ± 0,002	0,1012	0,1912	0,1360
C17:1 c9	1,261 ± 0,074	1,147 ± 0,075	1,150 ± 0,074	1,239 ± 0,069	1,133 ± 0,063	0,3094	0,1291	0,4570
C18:1 c/t12	0,126 ± 0,014	0,173 ± 0,014	0,149 ± 0,014	0,141 ± 0,012	0,158 ± 0,010	0,0776	0,3026	0,4780
C18:1 c/t13	0,132 ± 0,033	0,148 ± 0,033	0,158 ± 0,033	0,122 ± 0,030	0,171 ± 0,026	0,8264	0,1671	0,4031
C14:1 c9 Miristoleico	0,066 ± 0,006	0,071 ± 0,006	0,081 ± 0,006	0,084 ± 0,005	0,062 ± 0,004	0,1741	0,0026	0,3185
C15:1 c9	0,117 ± 0,009	0,104 ± 0,009	0,094 ± 0,009	0,092 ± 0,008	0,117 ± 0,007	0,2020	0,0225	0,0212
C16:1 t13 Palmitoleico	0,321 ± 0,016	0,333 ± 0,016	0,354 ± 0,016	0,342 ± 0,015	0,330 ± 0,012	0,3507	0,5460	0,3209
C16:1 c11	0,015 ± 0,003	0,015 ± 0,003	0,018 ± 0,003	0,017 ± 0,002	0,016 ± 0,002	0,7001	0,6741	0,2324
C16:1 c12/t14	0,011 ± 0,003	0,014 ± 0,003	0,009 ± 0,003	0,011 ± 0,002	0,012 ± 0,002	0,4100	0,7317	0,1220
C16:1 t11,12	0,013 ± 0,002	0,006 ± 0,002	0,008 ± 0,002	0,010 ± 0,002	0,008 ± 0,002	0,1092	0,5999	0,0105
C16:1 c7	0,266 ± 0,008	0,215 ± 0,008	0,210 ± 0,008	0,221 ± 0,007	0,213 ± 0,006	0,2241	0,2509	0,3833

(Continua)

Ácido Graxo	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
AGMI								
C16:1 c9 Palmitoleico	1,592 ± 0,071	1,572 ± 0,071	1,682 ± 0,071	1,718 ± 0,064	1,513 ± 0,052	0,5193	0,0206	0,6148
C16:1 t9	0,289 ± 0,017	0,305 ± 0,017	0,285 ± 0,017	0,313 ± 0,016	0,273 ± 0,013	0,6248	0,0331	0,3358
C18:1 t6,8	0,186 ± 0,014	0,207 ± 0,014	0,213 ± 0,014	0,223 ± 0,013	0,181 ± 0,010	0,3614	0,0186	0,4947
C18:1 c11 Vacenico	1,657 ± 0,063	1,551 ± 0,063	1,432 ± 0,063	1,557 ± 0,057	1,536 ± 0,046	0,0604	0,7733	0,3478
C18:1 c6,8	0,241 ± 0,013	0,254 ± 0,013	0,239 ± 0,013	0,255 ± 0,012	0,2345 ± 0,010	0,6768	0,1897	0,3961
C18:1 n9/c	38,732 ± 0,749	37,452 ± 0,749	37,444 ± 0,749	36,829 ± 0,670	38,923 ± 0,547	0,3914	0,0242	0,5477
C18:1 t10	3,516 ± 0,317	3,626 ± 0,317	3,438 ± 0,317	4,467 ± 0,284	2,586 ± 0,232	0,9144	<.0001	0,6526
C18:1 t11	0,301 ± 0,067	0,366 ± 0,067	0,503 ± 0,067	0,354 ± 0,060	0,426 ± 0,049	0,1152	0,3622	0,6607
C18:1 t12	0,116 ± 0,011	0,134 ± 0,011	0,122 ± 0,011	0,140 ± 0,010	0,109 ± 0,008	0,5208	0,0281	0,5503
C18:1 t9	0,231 ± 0,014	0,227 ± 0,014	0,239 ± 0,014	0,245 ± 0,013	0,220 ± 0,010	0,8248	0,1447	0,6615
C19:1 c13	0,136a ± 0,009	0,105b ± 0,009	0,107b ± 0,009	0,120 ± 0,008	0,112 ± 0,006	0,0382	0,4084	0,1825
C20:1 c11	0,092a ± 0,003	0,085a,b ± 0,003	0,075b ± 0,003	0,088 ± 0,003	0,080 ± 0,003	0,0095	0,0488	0,8035
C20:1 c5	0,031 ± 0,010	0,021 ± 0,011	0,037 ± 0,10	0,024 ± 0,009	0,035 ± 0,007	0,5398	0,3981	0,4682
C20:1 c8	0,009 ± 0,004	0,013 ± 0,004	0,013 ± 0,004	0,012 ± 0,003	0,012 ± 0,004	0,7214	0,9484	0,5942
C22:1 n9	0,020 ± 0,006	0,019 ± 0,007	0,015 ± 0,006	0,012 ± 0,006	0,023 ± 0,005	0,8650	0,1411	0,8782
C18:1 t16/c14	0,036 ± 0,008	0,047 ± 0,008	0,051 ± 0,008	0,041 ± 0,007	0,048 ± 0,006	0,3712	0,4176	0,9717
AGPI								
C18:2 n6c Linoleico	6,626 ± 0,445	6,489 ± 0,446	5,431 ± 0,445	6,548 ± 0,407	5,815 ± 0,353	0,0924	0,1287	0,3897
C18:2 n6t Linolelaidico	0,061 ± 0,010b	0,076a,b ± 0,010	0,098 ^a ± 0,010	0,086 ± 0,009	0,071 ± 0,007	0,0425	0,1903	0,9475
C18:3 n3 Linolenico	0,199 ± 0,010	0,191 ± 0,010	0,177 ± 0,010	0,200 ± 0,009	0,177 ± 0,007	0,3105	0,0606	0,8330
C18:3 n6	0,073 ± 0,009	0,082 ± 0,009	0,064 ± 0,009	0,067 ± 0,009	0,080 ± 0,008	0,0947	0,0626	0,2027
C20:2 n6 c11,14 Eicosadienoico	0,056a,b ± 0,004	0,065a ± 0,004	0,045b ± 0,004	0,060 ± 0,004	0,050 ± 0,003	0,0103	0,0526	0,2841
C20:3 n6 c8,11,14 Eicosadienoico	0,181 ± 0,016	0,174 ± 0,016	0,147 ± 0,016	0,166 ± 0,014	0,168 ± 0,013	0,1716	0,9094	0,1778
C20:3 n9	0,214 ± 0,025	0,212 ± 0,025	0,191 ± 0,025	0,155 ± 0,022	0,257 ± 0,018	0,7697	0,0016	0,7055
C20:4 n6	2,267 ± 0,226	2,139 ± 0,227	1,871 ± 0,226	2,027 ± 0,207	2,158 ± 0,182	0,3715	0,5748	0,4396
C22:4 n6 Docosatetraenoico	0,248 ± 0,024	0,237 ± 0,024	0,186 ± 0,023	0,218 ± 0,022	0,229 ± 0,020	0,0761	0,6300	0,4099

(Conclusão)

Ácido Graxo	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
AGPI								
C22:5 n3	0,219 ± 0,021	0,201 ± 0,021	0,174 ± 0,021	0,199 ± 0,018	0,197 ± 0,015	0,3243	0,9427	0,4459
C22:6 n3 DHA c4,7,10,13,16,19	0,036 ± 0,006	0,041 ± 0,006	0,029 ± 0,006	0,041 ± 0,005	0,031 ± 0,004	0,3385	0,1445	0,5021
CLA								
CLA c9/t11	0,181 ± 0,030	0,205 ± 0,030	0,266 ± 0,030	0,213 ± 0,027	0,222 ± 0,022	0,1472	0,7886	0,2953
CLA c12/ t10	0,004 ± 0,002	0,009 ± 0,002	0,009 ± 0,002	0,007 ± 0,002	0,008 ± 0,002	0,2163	0,6426	0,5734
CLA c9/ t7	0,069 ± 0,014	0,078 ± 0,014	0,087 ± 0,014	0,073 ± 0,012	0,084 ± 0,010	0,6535	0,4729	0,9085
Outros AG não identificados	1,783 ± 0,222	1,329 ± 0,222	1,377 ± 0,222	1,661 ± 0,198	1,332 ± 0,162	0,3006	0,2118	0,4588

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos mono-insaturados; AGPI: ácidos graxos poliinsaturados; CLA: ácido linoleico conjugado; Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

Fonte: Própria autoria.

Tabela 17 - Somatória da composição de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, ácido linoleico conjugado, n3 e n6 do músculo *longissimus doris* de cordeiros confinados recebendo dietas experimentais

Ácido Graxo (%)	Dieta			Sexo		Probabilidade		
	CTL	OLE	OLEVIT	M	F	Dieta	Sexo	D*S
AGS	38,53b ± 0,608	40,07a,b ± 0,608	41,57a ± 0,608	39,78 ± 0,544	40,33 ± 0,444	0,0072	0,4439	0,3372
AGMI	49,65 ± 0,834	48,41 ± 0,836	48,33 ± 0,833	48,76 ± 0,764	48,84 ± 0,667	0,3796	0,9239	0,6361
AGPI	10,18 ± 0,715	9,909 ± 0,717	8,426 ± 0,714	9,776 ± 0,655	9,234 ± 0,572	0,1327	0,4681	0,3598
CLA	0,253 ± 0,035	0,288 ± 0,035	0,358 ± 0,035	0,289 ± 0,031	0,310 ± 0,025	0,1164	0,6018	0,3776
n3	0,455 ± 0,031	0,437 ± 0,031	0,390 ± 0,031	0,447 ± 0,027	0,408 ± 0,022	0,3228	0,2807	0,5638
n6	9,511 ± 0,680	9,261 ± 0,682	7,844 ± 0,680	9,175 ± 0,624	8,570 ± 0,547	0,1285	0,3924	0,3593
Relação n6/n3	21,02 ± 1,176	22,49 ± 1,176	20,03 ± 1,176	21,04 ± 1,052	21,32 ± 0,859	0,3471	0,8419	0,6337

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500.UI kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; D*S: Interação entre dieta e sexo; AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos poli-insaturados; CLA: ácido linoleico conjugado; n3: ômega 3; n6: ômega 6; Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

Fonte: Própria autoria.

Tabela 18 - Interação entre dietas e sexo para os ácidos graxos saturados C10:0, C12:0, C15:0 e C17:0 e para monoinsaturados C15:1c9, C16:1 t11,12

Ácidos Graxos (%)	Dieta	Sexo		Probabilidade
		M	F	
AGS Caprico (C10:0)	CTL	0,066Ba ± 0,014	0,094Aa ± 0,011	0,0147
	OLE	0,132Aa ± 0,014	0,099Aa ± 0,011	
	OLEVIT	0,148Aa ± 0,014	0,100Ab ± 0,011	
AGS Laurico (C12:0)	CTL	0,039Ba ± 0,004	0,047Ba ± 0,003	0,0452
	OLE	0,055Aa ± 0,004	0,046Ba ± 0,003	
	OLEVIT	0,063Aa ± 0,004	0,056Aa ± 0,003	
AGS Pentadecanoico (C15:0)	CTL	0,320Ba ± 0,022	0,292Aa ± 0,019	0,0045
	OLE	0,357Ba ± 0,022	0,297Ab ± 0,019	
	OLEVIT	0,437Aa ± 0,022	0,279Ab ± 0,019	
AGS Margárico (C17:0)	CTL	1,365Ba ± 0,090	1,314ABa ± 0,078	0,0089
	OLE	1,400Ba ± 0,090	1,359Aa ± 0,079	
	OLEVIT	1,638Aa ± 0,091	1,167Bb ± 0,079	
AGM Pentadecanoico (C15:1 c9)	CTL	0,119Aa ± 0,014	0,114Aa ± 0,011	0,0212
	OLE	0,098A,Ba ± 0,014	0,110Aa ± 0,011	
	OLEVIT	0,060Bb ± 0,014	0,127Aa ± 0,011	
AGM (C16:1 t11/12)	CTL	0,019Aa ± 0,003	0,006Ab ± 0,003	0,0105
	OLE	0,004Ba ± 0,003	0,008Aa ± 0,003	
	OLEVIT	0,006Ba ± 0,003	0,011Aa ± 0,003	

CTL: Dieta sem adição de óleo funcional e vitamina E; OLE: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS); OLEVIT: Dieta contendo óleo funcional (500 mg.kg⁻¹ MS) e vitamina E (500 UI.kg⁻¹ de MS); M: Macho; F: Fêmea; AGS: Ácido graxo saturado; AGM: Ácido graxo monoinsaturado; Letras distintas (maiúscula na coluna e minúscula na linha) indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

Fonte: Própria autoria.

4 CONCLUSÃO

O uso de óleos funcionais de rícino (*Ricinus communis*) e do líquido da casca de castanha de caju (*Anacardium occidentale*) associados à vitamina E não afetou a maioria das características qualitativas avaliadas na carne. Entretanto, os usos desses aditivos apresentam-se eficientes em relação aos atributos de maciez e suculência da carne, na análise sensorial, características de extrema importância para os consumidores de produtos cárneos. O total de ácidos graxos saturados foi influenciado pela dieta, com maior porcentagem nas dietas com os óleos funcionais (OLE) e óleos funcionais e vitamina E (OLEVIT), o total de ácidos graxos insaturados resulta em alta porcentagem, demonstrando predominância desse último na carne, que por vez é considerado mais saudável à saúde humana.

5 REFERÊNCIAS

- AHARONI, Y. et al. Effects of soybean oil supplementation of high forage fattening diet on fatty acid profiles in lipid depots of fattening bull calves, and their levels of blood vitamin E. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, p. 191-202, 2005.
- ALVI, A. S. The influence of sex status on meat quality characteristics in sheep. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 11, n. 60, p. 2037-2042, 1980.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of meat**. Champaign, 2015. 105 p.
- ASGHAR, A. et al. Influence of supranutritional vitamin E supplementation in the feed on swine growth performance and deposition in different tissues. **Journal of the Science Food and Agriculture**, Chichester, v. 57, p. 19-29, 1991.
- BAÑON, S.; MÉNDEZ, L.; ALMELA, E. Effects of dietary rosemary extract on lamb spoilage under retail display conditions. **Meat Science**, Amsterdam, v. 90, p. 579-83, 2012
- BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, p. 255-268, 2000.
- BEAULIEU, A. D. A.; DRACKLEY, J. K. A.; MERCHEN, N. R. Concentrations of conjugated linoleic acid (*cis*-9, *trans*-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed a high-concentrate diet supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 847-861, 2002.
- BESSA, R. J. B. et al. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, p. 201-211, 2000.
- BOLEMAN, S. J. et al. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75. p. 1521-1524. 1997.
- BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Ines puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 1997. 241 p.

BRIGELIUS, R. A. et al. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 76, p.7 03-716, 2002.

CAMPO, M. M. et al. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, Amsterdam, v. 72, n. 2, p. 303-311, 2006.

CIFUNI, G. F. et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 35, p. 65-70, 2000.

COMBS, G. F. J. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. 3rd ed. Amsterdam: Academic Press, 2008.

CONEGLIAN, S. M. **Uso de óleos essenciais de mamona e cajú em dietas de bovinos**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

CORL, B. A. et al. The role of $\Delta 9$ -desaturase in the production of *cis-9, trans-11* CLA. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v. 12, p. 622-630, 2001.

COSTA, L. S. **Composição e correlação de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo casca de soja**. 2011. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2011.

COSTA, P. et al. Muscle fiber and fatty acid profiles of Mertolenga- PDO meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 78, p. 502-512, 2008.

COSTA, R. G. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 532-538, 2009a.

COSTA, R. G. et al. Physical and chemical characterization of lamb meat from different genotypes submitted to diet with different fiber contents. **Small Ruminant Research**, Amsterda, v. 81, p. 29-34, 2009b.

COSTA, R. G. et al. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1781 1787, 2011.

CRUZ, O. T. B. **Glicerina e óleos funcionais sobre desempenho, digestibilidade e características da carcaça e da carne de bovinos mestiços terminados em confinamento**. 2012. 71 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2012.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. 178 p.

DÍAZ, M. T. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterda, v. 43, p. 257-268, 2002.

DIERKS, N. et al. Shelf life of cooked ground beef patties from cattle fed wet distillers grains with solubles. **Nebraska Beef Cattle Report**, Nebraska, p. 103-104, 2014.

EIKELENBOOM, G. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef colour stability. **Meat Science**, Amsterdam, v. 54, p. 17-22, 2000.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996. p. 35-44 (Seminário “colesterol”: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde).

FARIAS, R. M. **Características de carcaça e da carne de cordeiros alimentados com gordura protegida**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.

FERNANDES, A. R. M. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 705-712, 2009.

FERNANDES, M. A. M. et al. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 7, p. 1600-1609, 2010.

FERNANDES, R. P. P. et al. Evaluation of physicochemical, microbiological and sensory stability of frozen stored vacuum-packed lamb. **Journal of Integrative Agriculture**, Oxford, v. 12, n. 11, p. 1946-1952, 2013.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e resumos...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

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

FORREST, J. C. et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia 1979. 364 p.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition of intramuscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 81, p. 307-317, 2003.

GATELLIER, P. et al. Effect of a dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air-and modified atmosphere-packaged beef. **Meat Science**, Amsterdam, v. 59, p. 133-140, 2001.

GONÇALVES, L. A. G. et al. The effects of sex and aging on lamb meat quality. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 459-467, 2004.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 382-426.

HATAMOTO, L. K. **Efeito do estresse e da suplementação com vitamina E sobre parâmetros espermáticos, peroxidação lipídica de componentes seminais e atividade das enzimas antioxidantes presentes no plasma seminal de cães**. 2004. 180 f. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 2, p. 327-334, 2012.

HOUBEN, J. H. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Amsterdam, v. 55, p. 331-336, 2000.

JOHNSON, P. L. et al. Carcass composition and meat quality differences between pasture-reared ewe and ram lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 71, p. 383-391, 2005.

KARABAGIAS, I.; BADEKA, A.; KONTOMINAS, M. G. Shelf life extension of lamb meat using thyme or oregano essential oils and modified atmosphere packaging. **Meat Science**, Amsterdam, v. 88, p. 109-116, 2011.

KEMP, P.; LANDER, D. J. Hydrogenation in vitro of α -linoleic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. **Journal of General Microbiology**, London, v. 130, p. 527-533, 1984.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. **Lipids**, Heidelberg, v. 32, p. 1219-1228, 1997.

KURTZ, F. E. The lipid of milk: composition and properties. In: WEBB, A. J. B.; ALFORD, J. A. (Ed.). **Fundamentals of dairy science**. [S. l.: s. n.], 1980.

LANNA, D. P. D. et al. Nutrientes, hormônios e genes na regulação da síntese de gordura em bovinos em crescimento e lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Campinas. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p. 658-685.

LEE, S. K. et al. The effects of dietary sulfur and vitamin E supplementation on the quality of beef from the *longissimus muscle* of Hanwoo bulls. **Asian–Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 21, p. 1059-1066, 2008.

LIMBO, S. et al. Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. **Meat Science**, Amsterdam, v. 84, p. 129-136. 2010.

LYON, D. H. et al. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control. London: Chapman & Hall, 1992.

MADRUGA, M. S. Castrations and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds of the mestiço goats meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.56, p.117-125, 2000.

MADRUGA, M. S. et al. Effect of genotype and sex on chemical composition and fatty acid profile of sheep meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

MARIUTTI, L. R. B.; NOGUEIRA, G. C.; BRAGAGNOLO, N.; Optimization and validation of analytical conditions for cholesterol and a cholesterol oxides extraction in chicken meat using response surface methodology. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, n. 9, p. 2913-2918, 2008.

MARKLEY, K. S. Nomenclature, classification and description of individual acids. In: MARKLEY, K. S. (Ed.). **Fatty acids - their chemistry, properties, production and uses**. New York: Interscience, 1960. p. 50-53.

MARSIGLIO, B. N. **Óleos funcionais em dieta alto grão para ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes, desempenho, características da carcaça e do músculo *Longissimus dorsi***. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2012.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poli insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 93 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 387 p.

MIR, P. S. et al. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, n. 4, p. 673-685, 2003.

MITSUMOTO, M. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in Japanese black steer beef. **Meat Science**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 165-174, 1998.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION - NCBA. **Beef facts: stearic acid – a unique saturated fat**. Centennial: National Cattlemen's Beef Association, 2007.

NUTE, G. R. et al. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 76, n. 4, p. 715-720, 2007.

OLIVEIRA, F. **Características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros confinados e alimentados com grãos de soja e suplementados com vitamina E**. 2013. 63 p. Dissertação (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S. Condições de abate e qualidade de carne. In: EMBRAPA. **Curso de qualidade de carne e dos produtos cárneos**. Bagé/RS: Embrapa, 2000. v. 4, cap. 7, p. 77- 128.

OSÓRIO, J. C. S. et al. **Zootecnia de ovinos**. Pelotas, RS: Editora da Universidade PREC/UFPEL, 2005. 243 p.

PASLMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia : Editora e Editora UFG, 1993. 77 p.

PEREZ, J. R. O. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Revista Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 11-18, 2002.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso:concentrado na dieta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 407-411, 2009.

POULSON, C. S. et al. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. **Livestock Production Science, Amsterdam**, v. 91, n. 1/2, p. 117-128, 2004.

PRATA, K. A.; YU, Z. Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 78, n. 12, p. 4271-4280, 2012.

RAES, K.; SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, p. 199-221, 2004.

RIOUX, V.; LEMARCHAL, P.; LEGRAND, P. Myristic acid, unlike palmitic acid, is rapidly metabolized in cultured rat hepatocytes. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 11, n. 4, p. 198-207, 2000.

ROÇA, E. L. et al. Efeitos do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 487-491, 2004.

RODRIGUES, G. H. et al. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1346-1352, 2010.

- ROSSELL, J. B. Analysis of oilseeds, fats and fatty foods. In: ROSSELL, J. L. R.; PRITCHARD, J. B. (Ed.). **Vegetable oils and fats**. London: Elsevier, 1991.
- ROWE, A. et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, Amsterdam, v. 51, p. 283-288, 1999.
- SALVATORI, G. et al. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 67, p. 45-55, 2004.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 23, p. 187-194, Nov. 2002.
- SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.
- SAÑUDO, C. et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 195-202, 1996.
- SAÑUDO, M. E. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lambs carcass from Britain and Spain. **Meat Science**, Amsterdam, v. 54, p. 339-346, 2000.
- SCHMID, A. et al. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, Amsterdam, v. 73, p. 29-41, 2006.
- SCIENTIFIC REVIEW COMMITTEE. **Nutrition recommendations**. Ottawa: Canadian Government Publishing Centre, Supply and Services Canada, 1990.
- SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2001. 302 p.
- SILVA, A. P. S. et al. Feed additives on performance and carcass traits of cattle fed abruptly high concentrate diets. In: CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, WCAP, 11., 2013, Pequim. **Proceedings...** Pequim, 2013. p. 318.
- SIMITZIS, P. E. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, Amsterdam, v. 79, p. 217-223, 2008.
- SIMÕES, J. A.; RICARDO, R. Avaliação da cor da carne tomando como referência o músculo rectus abdominis, em carcaças de cordeiros leves. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 95, n. 535, p. 124-127, 2000.

SOLOMON, M. B. et al. Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 4055-4061, 1991.

SOUZA, X. R. et al. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, 2004.

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. Regulation (EC) n° 1831/2003. **Official Journal of the European Union**, Luxembourg, 2003. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:EN:PDF>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

TORRENT, J. Óleos funcionais: uma alternativa como promotor de crescimento. **Boletim APAMVET**, São Paulo, v. 5, p. 20-21, 2014.

TRINDADE, M. A.; ROSA, A. F.; TAROUÇO, J. U. Carnes. In: KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. São Paulo: Guanabara Koogan, , 2011. Cap. 6, p. 188-224.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE AGRICULTURAL RESEARCH (USDA). **National Nutrient Database for Standard Reference Release**. 2016. Disponível em: <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/5122?fgcd=&manu=&lfacet=&format=count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=lamb+beef+loin+raw+omestic&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=>>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MÄNNISTÖ, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Amsterdam, v. 70, p. 525-530, 2005.

VERGARA, H.; GALLEGÓ, L. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. **Meat Science**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 211-215, 1999.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette-Seifen-Anstrichmittel**, Weinheim, v. 72, p. 1084-1087, 1970.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Nutrition Abstracts**, Cambridge, v. 49, p. 165-180, 2000.

YAMAMOTO, S. M. et al. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1131-1139, 2007.

ZAWADZKI, F. et al. Glicerol e óleos essenciais na dieta de bovinos não castrados precoces Purunã terminados em confinamento sobre o desempenho e ingestão de alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010. 1 CD-ROM.

ZHAO, T. et al. Effect of vitamin E supplementation on growth performance, carcass characteristics and intramuscular fatty acid composition of *Longissimus dorsi* muscle in “Tan” sheep. **Chilen Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 73, n. 4, p. 358-365, 2013.

6 CONCLUSÕES GERAIS

O uso de óleo funcional de rícino e do líquido da casca de castanha de caju associados ou não a vitamina E em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros confinados não resultou ser eficaz na redução do estresse dos cordeiros após serem submetidos ao estresse térmico pontual. Entretanto, deve-se considerar que estes aditivos não afetaram negativamente as demais análises estudadas, sendo o comportamento ingestivo, os parâmetros sanguíneos e fisiológicos, bem como o desempenho dos animais. Para as análises qualitativas e quantitativas da carcaça e da carne, o mesmo foi observado, os aditivos não afetaram esses parâmetros negativamente, obtendo-se resultados satisfatórios às análises realizadas.

7 IMPLICAÇÕES

Existem estudos que comprovam a eficácia do óleo funcional de rícino e do líquido da casca de castanha de caju no melhor aproveitamento das dietas, com consequentes resultados positivos quanto ao desempenho, a produção de leite, bem como sobre a qualidade de carcaça e da carne, principalmente no que diz respeito a bovinos de corte e leite. Estes compostos por serem naturais e aprovados para a alimentação animal, pode tornar-se uma alternativa aos antibióticos na dieta de pequenos ruminantes, já que este último é proibido na alimentação animal, por alguns países, como promotor de crescimento.

Diante do exposto, torna-se fundamental realizar maiores investigações sobre o uso dos óleos funcionais de rícino e do líquido da casca de castanha de caju e sobre as dosagens a serem utilizadas para pequenos ruminantes, em busca à substituição aos antibióticos, já que estes podem tornar-se prejudiciais a saúde animal, humana e também ao meio ambiente, e por melhores resultados do uso destes óleos quanto ao crescimento, desempenho e produção animal.

Em relação a vitamina E é sabido que este composto além de ser natural, pode apresentar diversos benefícios à saúde animal, como melhorador de desempenho, às características da carcaça e principalmente em relação a qualidade da carne, com ação antioxidante contribui na redução dos processos oxidativos dos lipídeos e proporciona maior tempo de prateleira do produto cárneo em condições de varejo.

Assim, tanto para os óleos funcionais como para a vitamina E se torna fundamental investigar novas dosagens, principalmente no que diz respeito à oferta destes aditivos em associação, já que estes podem atuar sinérgica e positivamente no desempenho dos animais e na qualidade dos produtos cárneos.

8 ANEXOS

Anexo 1 - Ficha de avaliação da análise sensorial da carne de ovinos

NOME: _____ DATA: _____

Você está recebendo uma amostra de carne de cordeiro, avalie-a sobre o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU** em relação à maciez, suculência, sabor e aroma, utilizando as escalas abaixo. Utilize a bolacha e a água entre as amostras para limpar a boca.

AMOSTRA Nº _____

MACIEZ

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

SUCULÊNCIA

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

SABOR

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

AROMA

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei moderadamente
- ☐ Gostei ligeiramente
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei ligeiramente
- ☐ Desgostei moderadamente
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

SABOR ESTRANHO

- ☐ Muito forte
- ☐ Forte
- ☐ Moderado
- ☐ Fraco
- ☐ Ausente

AROMA ESTRANHO

- ☐ Muito forte
- ☐ Forte
- ☐ Moderado
- ☐ Fraco
- ☐ Ausente

Obs: _____