ANALISA VASQUES BERTOLONI

Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de cordeiros confinados

Pirassununga
2017

ANALISA VASQUES BERTOLONI

Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de cordeiros confinados

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires

Pirassununga

2017

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3595
FMVZ

Bertoloni, Analisa Vasques

Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de cordeiros confinados / Analisa Vasques Bertoloni. -- 2017.
75 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires.

1. Aditivos. 2. Desempenho. 3. Ionóforos. 4. Extratos vegetais. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Utilização de óleo essencial de aroeira folha e aroeira fruto (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de pequenos ruminantes", protocolada sob o CEUA nº 5468211016, sob a responsabilidade de **Alexandre Vaz Pires** e equipe; Analisa Vasques Bertoloni - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está 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 **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 03/07/2017.

We certify that the proposal "Effect of essential oil of leaf and fruit of aroeira (*Schinus terebinthifolius*) on nutrition of small ruminants", utilizing 92 Ovinos (males and females), protocol number CEUA 5468211016, under the responsibility of **Alexandre Vaz Pires** and team; Analisa Vasques Bertoloni - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 07/03/2017.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa**

Vigência da Proposta: de 12/2016 a 06/2017

Área: **Nutrição E Produção Animal**

Origem: **Animais provenientes de outros projetos**

Espécie: **Ovinos**

sexo: **Machos e Fêmeas**

Idade: **56 a 95 dias**

N: **92**

Linhagem: **Dorper x Santa Inês e Santa Inês**

Peso: **14 a 22 kg**

Resumo: O projeto tem como objetivo avaliar o uso de óleo essencial de aroeira folha e aroeira fruto em dietas de alto concentrado no desempenho de cordeiros. Experimento I: Serão utilizados 44 cordeiros, 16 machos e 28 fêmeas, sendo o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 4 tratamentos e 11 repetições. O experimento terá duração de 56 dias, sendo divididos em 4 períodos de 14 dias. Os animais serão alimentados com dietas experimentais compostas por 10% de volumoso (feno de *coastcross*) e 90% de concentrado. Os tratamentos serão definidos pela inclusão de: 8 ppm de monensina sódica (MON) e as doses 0,140% (1400E), 0,280% (2800E), 0,420% (4200E) do óleo essencial de aroeira folha (% na MS). Após o término do experimento, serão abatidos 8 blocos de animais, com base no peso, para avaliação de parâmetros de carcaça. Será avaliado desempenho, características de carcaça e perfil de ácidos graxos de cadeia longa da carne. Experimento II: Serão utilizados 48 cordeiros, 24 machos e 24 fêmeas, sendo o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 4 tratamentos e 12 repetições. O experimento terá duração de 56 dias, sendo divididos em 4 períodos de 14 dias. Os animais serão alimentados com dietas experimentais compostas por 10% de volumoso (feno de *coastcross*) e 90% de concentrado. Os tratamentos serão definidos pela inclusão de: 8 ppm de monensina sódica (MON) e as doses 0,140% (1400E), 0,280% (2800E), 0,420% (4200E) do óleo essencial de aroeira fruto (% na MS). Após o término do experimento, serão abatidos 8 blocos de animais, com base no peso, para avaliação de parâmetros de carcaça. Será avaliado desempenho, características de carcaça e perfil de ácidos graxos de cadeia longa da carne.

Local do experimento: O experimento será realizado nas instalações do SIPOC, localizado na ESALQ/USP - Piracicaba - SP.

São Paulo, 04 de julho de 2017

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretaria Executiva da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: BERTOLONI, Analisa Vasques

Título: **Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) no desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*Aos meus pais Sidney e Lurdes, com todo o amor e gratidão por sempre me apoiarem.
Espero que um dia possa retribuir todo esforço que fizeram para que eu chegasse até
aqui.*

As minhas irmãs Michele e Mayara por sempre permanecerem ao meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar e iluminar em todas as escolhas, me dando coragem para seguir em frente mesmo com todas as dificuldades no caminho.

Aos meus pais Maria de Lurdes e Sidney, que nunca mediram esforços para que tivéssemos tudo de melhor em nossas vidas, sendo os maiores exemplos de força e dedicação e sempre apoiarem minhas decisões.

A minha irmã Michele, por sempre estar ao meu lado ouvindo minhas tristezas e fraquezas e me dar conselhos preciosos, e a minha irmã Mayara pela amizade e companheirismo.

Aos meus irmãos André e Fábio, e minhas cunhadas Bia e Karen, por me darem os presentes mais valiosos, meus sobrinhos amados.

A minha Vó Júlia (*in memorian*), Vó Maria (*in memorian*) e Vô Gumercindo (*in memorian*), por terem sido meus maiores exemplos de amor e bondade. Ao meu Vô Orlando (*in memorian*) que eu não pude conhecer, mas que ajudou a construir minha família imensa e maravilhosa.

A todos os meus familiares (tios e tias, primos e primas), em especial minha Tia Maria, que sempre acompanharam e torceram pelo meu futuro.

A UNESP Botucatu e a todos os professores de graduação, que contribuíram para minha formação profissional e possibilitaram a realização do mestrado.

A FMVZ/USP e ao Departamento de Nutrição e Produção Animal, pela oportunidade de ser aluna de mestrado.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pelas instalações cedidas, tornando possível a realização das pesquisas.

Ao meu orientador professor Alexandre Vaz Pires, por me aceitar como sua orientada, obrigada pela paciência e por todos os ensinamentos.

A professora Ivanete Susin, por ceder as instalações de seu departamento.

Aos funcionários do Capril Seu Roberto, Zica, Seu Marcos e Josevaldo por todo o auxílio.

Ao secretário do VNP, João Paulo, pela prontidão em ajudar.

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

As minhas amigas/irmãs de alma e coração, que a graduação me presenteou e que apesar da distância de hoje, sempre se fazem presentes: Beatriz (Pavona), Letícia (Lola), Camilla (Piatã), Bárbara (Xutera), Danielly (Kama), Charleni (Diz), Gabriela (Porpz) e Márcia (Brejo). Obrigada por todas as conversas (pelo whatsapp) e por serem luz em minha vida. Vocês não têm ideia da falta que fazem no meu dia a dia.

Aos amigos que a UNESP me deu Zeitona, Gafa, Dupla, Mundiça, Preta, Pudim, Sol, Kidó, Mamuska e tantos outros, que tenhamos muitos reencontros.

Agradeço imensamente as meninas da República Café c/ Leite, que se tornaram uma segunda família, onde ganhei novas irmãs que irão me acompanhar para toda vida. Obrigada por todos os momentos de alegria, conversas, loucuras e também tristezas, vocês foram essenciais para muitos aprendizados.

As minhas amigas Talita, Ana Cláudia (Cacau), Ana Paula (Pudim) que também, mesmo distantes nunca deixaram que isso abalasse nossas amizades.

A Renata e Flavi, pessoas que emanam energias maravilhosas. Obrigada por todo apoio e amparo quando precisei, minha gratidão por vocês é imensa.

Aos amigos que Piracicaba me deu Marilinda, D-trã, K-pót, Iza, Xort, Chu-chei e muitos outros, espero que a vida ainda nos proporcione muitos momentos juntos.

Aos colegas do Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), Marcelo, Marcão, Marquinho, Renan, Angelo, Vinícius, Tiagão, Elizangela, Aninha, Raquel, Alexandre Miszura, José Paulo, Luiz Guilherme (Rabicó), André (Xena) e Luciana pela amizade e companheirismo construídos ao longo desse tempo.

A nega (Gabriela/Porpz), por estar aqui comigo e ter sido a minha lembrança constante da graduação, época de maior saudade.

Em especial ao querido Daniel (Mormaço), por toda ajuda nas análises laboratoriais, estatísticas e por todas as correções, sei que dei um pouquinho de trabalho, mas serei eternamente grata e te desejo um futuro espetacular.

Aos estagiários que passaram pelo laboratório, Lakita, Preta, Isa, Kidó, Pudim, Patrás, Pantufa, Doze, Avorai, Tatu, Jirafalis, Durmiçido, Papiata, Ileza, Mamuska, obrigada pela ajuda e por todas as risadas.

Aos colegas de pós-graduação do VNP Dani, Gui, Rafa, Cassiele e Bruna, por sempre estarem dispostos a ajudar quando necessário e pelas boas companhias em aulas.

A todos os professores que participaram da minha formação nessa etapa.

Ao professor Alessandro F. T. Amarante pelo auxílio ao indicar materiais úteis à escrita deste trabalho.

Enfim, a todos que não citei, mas que foram importantes para a conclusão dessa fase.

Muito Obrigada!

“Desistir...eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

Cora Coralina

“O período de maior ganho em conhecimento e experiência é o período mais difícil na vida de alguém.”

Dalai Lama

RESUMO

BERTOLONI, A. V. **Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de cordeiros confinados.** [Use of essential oils from leaves and fruits of aroeira (*Schinus terebinthifolius*) on nutrition of the feedlot sheep]. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de óleos essenciais (OE) extraídos das folhas e dos frutos da aroeira em dietas de alto concentrado sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros confinados.

Experimento I: Foram utilizados 44 cordeiros, 16 machos e 28 fêmeas, sendo o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 4 tratamentos e 11 repetições. O experimento teve a duração de 56 dias, divididos em 2 períodos de 28 dias cada. Os animais foram alimentados com as dietas experimentais compostas por 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado. Os tratamentos foram definidos pela inclusão de: 8 ppm de monensina sódica (MON) e as doses 0,140% (140 OE), 0,280% (280 OE), 0,420% (420 OE) do OE das folhas de aroeira (em % na matéria seca (MS)). Ao final dos 56 dias, 31 animais foram abatidos para a mensuração dos parâmetros de carcaça. Os tratamentos não afetaram ($P > 0,05$) o ganho de peso médio diário, consumo de matéria seca e eficiência alimentar. A infestação por coccidiose foi menor ($P < 0,05$) no tratamento com monensina. O rendimento de carcaça fria foi maior ($P < 0,05$) nos animais alimentados com maiores doses de OE. Os demais parâmetros de carcaça avaliados não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$). As maiores doses de OE das folhas de aroeira aumentaram ($P < 0,05$) a porcentagem de proteína bruta e matéria mineral na composição química da carne dos cordeiros. Apesar de não alterar o desempenho dos cordeiros, a inclusão das doses mais elevadas de OE das folhas de aroeira apresentaram respostas positivas para o rendimento de carcaça fria, demonstrando o potencial de utilização desse aditivo em dietas para cordeiros confinados. **Experimento II:** Foram utilizados 48 cordeiros, 24 machos e 24 fêmeas, sendo o delineamento experimental de blocos completos casualizados, com 4 tratamentos e 12 repetições. O experimento teve duração de 56 dias, divididos em 2 períodos de 28 dias cada. Os animais foram alimentados com as dietas experimentais compostas por 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado. Os tratamentos foram definidos pela inclusão de: 8 ppm de monensina sódica (MON) e as

doses 0,140% (140 OE), 0,280% (280 OE), 0,420% (420 OE) do OE dos frutos de aroeira (em % na MS). Ao final dos 56 dias, 32 animais foram abatidos para a mensuração dos parâmetros de carcaça. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos no ganho de peso médio diário, consumo de matéria seca, eficiência alimentar, coccidiose e parâmetros de carcaça. A infestação por coccidiose não interferiu ($P < 0,05$) no ganho médio diário e consumo de matéria seca. Os tratamentos com as maiores doses de OE dos frutos de aroeira reduziram o teor de matéria mineral da carne dos cordeiros em relação à monensina. O desempenho e os parâmetros de carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas contendo OE dos frutos de aroeira foram semelhantes aos que receberam monensina sódica.

Palavras – chave: aditivos, desempenho, ionóforos, extratos vegetais.

ABSTRACT

BERTOLONI, A. V. **Effect of essential oils from leaves and fruits of aroeira (*Schinus terebinthifolius*) on nutrition of the feedlot sheep.** [Utilização de óleo essencial das folhas e dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) na nutrição de cordeiros confinados.] 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

Two experiments were carried out to evaluate the effects of the inclusion of essential oils (EO) extracted from leaves and fruits of aroeira on performance and carcass characteristics of feedlot sheep fed high concentrate diets. **Experiment I: Forty-four** lambs (16 males and 28 females) were assigned in a randomized complete block design to receive one of treatments: 8 ppm of sodium monensin (MON) and doses of 0.140% (140 EO), 0.280% (280 EO) and 0.420% (420 EO) of aroeira leaves EO (% in a DM basis). The experiment lasted 56 days, divided in 2 periods of 28 days each. The animals were fed a diet containing 10% roughage (coastcross hay) and 90% concentrate. At the end of experiment, 31 lambs were slaughtered to access the carcasses characteristics. The treatments did not affect ($P > 0.05$) the average daily gain, the dry matter intake and the feed efficiency. Infestation by coccidiosis was lower ($P < 0.05$) in the monensin treatment. Cold carcass dressing was higher ($P < 0.05$) for the animals fed higher doses of EO. The other carcass parameters were not affected by the treatments ($P > 0.05$). The higher doses of aroeira leaves EO increased ($P < 0.05$) the percentage of crude protein and mineral matter in the meat. Despite did not affect the lambs performance, the inclusion of aroeira leaves EO at the higher doses did present positive results for the cold carcass dressing, showing a potential of this additive in feedlot sheep diets. **Experiment II:** forty-eight lambs (24 males and 24 females) were assigned in a randomized complete block design to receive one of treatments: 8 ppm of sodium monensin (MON) and doses of 0.140% (140 EO), 0.280% (280 EO) and 0.420% (420 EO) of aroeira fruits EO (% in a DM basis). The experiment lasted 56 days, divided in 2 periods of 28 days each. The animals were fed a diet containing 10% roughage (coastcross hay) and 90% concentrate. At the end of the experiment, 32 lambs were slaughtered to access the carcasses characteristics. The treatments did not affect ($P > 0.05$) the average daily gain, dry matter intake, feed efficiency, the coccidiosis infestation and the carcasses parameters. In addition, the infestation by coccidiosis did not interfere ($P < 0.05$) on average daily gain and dry matter intake. The treatments with

higher doses of the EO from aroeira fruits reduced the percentage of mineral matter of meat compared to monensin. The performance and carcass parameters of the lambs fed diets containing essential oils were similar to those fed monensina.

Keywords: additives, performance, ionophore, vegetal extracts.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Efeitos hipotéticos da monensina (M) sobre o fluxo de íons em bactérias gram positivas – *Streptococcus bovis* (RUSSEL & STROBEL,1989). 22
- Figura 2** - Mecanismos propostos para a ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana. Adaptado de Burt (2004). 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais, em % da MS.	43
Tabela 2 - Identificação dos compostos secundários presentes no óleo essencial extraído das folhas da aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>).....	46
Tabela 3 - Desempenho de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.	49
Tabela 4 - Peso de abate e características da carcaça de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.	52
Tabela 5 - Composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	54
Tabela 6 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais, em % da MS.	61
Tabela 7 - Identificação dos compostos secundários presentes no óleo essencial extraído dos frutos da aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>).....	64
Tabela 8 - Desempenho de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.	67
Tabela 9 - Peso de abate e características da carcaça de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.	69
Tabela 10 - Composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	71

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1	Utilização de aditivos na nutrição de ruminantes	20
2.2	Monensina Sódica.....	21
2.3	Óleos Essenciais	24
2.3.1	Mecanismo de ação dos óleos essenciais.....	25
2.3.2	Óleos essenciais na nutrição de ruminantes.....	28
2.3.3	Aroeira Vermelha - <i>Schinus Terebintifolius</i> Raddi	31
	REFERÊNCIAS	32
3.	Experimento I: Efeito da utilização de óleo essencial das folhas de aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>) sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros.	40
3.1	INTRODUÇÃO	40
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	42
3.2.1	Animais e instalações experimentais	42
3.2.2	Delineamento experimental	42
3.2.3	Tratamentos e Manejo Alimentar	42
3.2.4	Caracterização química do óleo essencial das folha de Aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	45
3.2.5	Características da Carcaça	46
3.2.6	Análise estatística	47
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
3.4	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS	55
4.	Experimento II: Efeito da Utilização de óleo essencial dos frutos de aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>) sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros.	58

4.1	INTRODUÇÃO	58
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS	60
4.2.1	Animais e instalações experimentais	60
4.2.2	Delineamento experimental	60
4.2.3	Tratamentos e manejo alimentar	60
4.2.1	Caracterização química do óleo essencial dos frutos de Aroeira (<i>Schinus terebinthifolius</i>)	63
4.2.2	Características de carcaça	64
4.2.3	Análise estatística	65
4.2	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
4.3	CONCLUSÃO	71
	REFERÊNCIAS	72
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75

1. INTRODUÇÃO

A utilização de aditivos na nutrição de ruminantes tem como principal objetivo aumentar a eficiência energética, resultando em maior desempenho dos animais, sendo que grande parte das pesquisas realizadas utilizaram dietas contendo alto teor de concentrado. Em revisão feita por Tedeschi et al. (2003), foram compilados 336 experimentos avaliando os efeitos da monensina sódica no desempenho de bovinos. Destes trabalhos, 300 foram realizados em confinamento e apenas 36 trabalhos avaliando desempenho em pastagem.

Em levantamento realizado por Oliveira e Millen (2014) em sistemas de bovinos confinados no Brasil, 99,2% dos consultores afirmaram utilizar algum tipo de aditivo nas dietas, visto que desses, 93,9% relataram que o aditivo de uso primário são os ionóforos.

O uso de ionóforos em dietas de ruminantes é uma importante ferramenta de manejo para otimizar a fermentação ruminal e reduzir os índices de distúrbios digestivos (LADEIRA et al., 2014), sendo a monensina um dos ionóforos mais pesquisados.

Os benefícios desses aditivos em dietas de ruminantes têm sido atribuídos à melhor eficiência de retenção de energia e utilização de nitrogênio advindo da dieta (TEDESCHI, 2003); modificação das proporções molares dos AGCC produzidos no rúmen (PERRY et al., 1976) e diminuição da produção de metano (RUSSEL & STROBEL, 1989); diminuição da deaminação e absorção de amônia, aumentando o influxo de proteína de origem alimentar para o intestino delgado (BERGEN & BATES, 1984); redução das desordens causadas pela fermentação inadequada no rúmen, como a acidose (OWENS et. al., 1998).

Ionóforos (monensina sódica, lasalocida e salinomicina) são moléculas altamente lipofílicas que atuam na membrana celular das bactérias (PRESSMAN, 1976), todavia são classificados como antibióticos pelo FDA (Foods and Drugs Administration), o que faz seu uso ser desaprovado em alguns países. Dessa maneira, devido à proibição do uso de antibióticos como promotores de crescimento na alimentação animal, realizada pela União Europeia em 2006 (OJEU, 2003), o interesse por produtos alternativos aos ionóforos aumentou.

Por possuírem efeito antimicrobiano, antioxidante, digestivo e imunológico, a utilização de extratos vegetais na forma de óleos essenciais na ração, pode ser uma

alternativa para a produção animal (CASTRO, 2005). Dessa maneira, várias plantas aromáticas e condimentares vêm sendo pesquisadas na nutrição animal, por não terem apresentado toxicidade (SUZUKI et al., 2008).

Os óleos essenciais são classificados como compostos secundários (TAIZ & ZIEGER, 2004), que por apresentarem diversos princípios ativos, possuem diferentes modos de ação, diminuindo o risco de aparecimento de resistência microbiana (ACAMOVIC & BROOKER, 2005). Além disso, a maior parte desses compostos são classificados como GRAS (*generally recognized as safe*) para consumo humano e animal.

Alguns óleos essenciais possuem capacidade semelhante aos ionóforos, de atuar seletivamente sobre as populações microbianas do rúmen (CALSAMIGLIA et al., 2007), o que resulta em alteração no padrão fermentativo, reduzindo a relação acetato:propionato e a produção de metano, tornando o rúmen energeticamente mais eficiente.

Já existem no mercado produtos registrados, como o Biostar® (Phytosynthèse, França) à base de alcachofra (*Cynara cardunculus* subesp. *Scolymus*), ginseng siberiano (*Eleutherococcus senticosus*) e feno-grego (*Trigonella foenum graceum*); o Crina® Ruminants (DSM Nutritional Products Ltd., Suíça) à base de timol, limoneno e o guaiacol; e o Vertan® (IDENA, França) à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno (ARAÚJO, 2010).

Contudo, de acordo com Araújo (2010), informações sobre o desempenho de ruminantes recebendo óleos essenciais ainda são escassas na literatura. A falta de conhecimento em relação as doses a serem utilizadas nas dietas de ruminantes, podem resultar em efeitos negativos no desempenho animal, além disso, a forma adequada de fornecimento e das interações entre dieta e ambiente ruminal (ex. tipo de substrato, pH, taxa de passagem, etc), também devem ser mais estudadas.

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da inclusão de doses de óleos essenciais das folhas e dos frutos de aroeira, comparados à monensina sódica, em dietas contendo elevado teor de concentrado, sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de aditivos na nutrição de ruminantes

Os aditivos promotores de crescimento vêm sendo amplamente utilizados na produção animal, devido à necessidade de intensificar o sistema produtivo de acordo com o crescimento populacional e a demanda por alimentos de origem animal. De acordo com a definição do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), instrução normativa 15/2009, aditivo é uma substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizado normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios, atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Os aditivos mais utilizados na alimentação animal são os antibióticos ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos (NICODEMO, 2001). Os ionóforos são moléculas de baixo peso molecular produzidas por cepas de *Streptomyces sp.* (OVCHINNIKOV, 1979), e o modo de ação dos diferentes ionóforos apresentam algumas diferenças, como maior afinidade por determinado cátion (PRESSMAN, 1976).

Por melhorar a eficiência do metabolismo energético e proteico, e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, esses aditivos são amplamente utilizados como melhoradores de desempenho na produção animal (BERGEN e BATES, 1984). São moléculas transportadoras de íons, capazes de formarem complexos lipossolúveis com cátions e mediar o transporte destes através de membranas lipídicas, podendo assim alterar gradientes iônicos e potenciais elétricos transmembrana (PRESSMAN, 1980).

Atualmente, existem mais de 120 tipos diferentes de ionóforos descritos. Porém, apenas a monensina sódica, lasalocida, salinomomicina e laidlomomicina propionato são admitidos para uso em dietas de ruminantes (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011).

A monensina sódica é o antibiótico ionóforo produzido por bactérias do gênero *Streptomyces cinnamomensis* (HANEY E HOEHN, 1967), que foi inicialmente utilizada como aditivo anticoccidiano em aves (BERGEN e BATES, 1984), e em 1975 teve aprovação pelo FDA nos Estados Unidos para uso em bovinos para melhorar a

eficiência alimentar (MCGUFFEY et. al., 2001), tornado-se hoje o principal ionóforo utilizado e pesquisado na nutrição de ruminantes. Porém, de acordo com Feinman (1998) a utilização de antibióticos na alimentação animal, pode causar resistência por parte de bactérias patogênicas ao homem, apesar destes não terem o uso compartilhado com humanos, sendo esse um dos motivos que levou a União Europeia a proibir o uso de antibióticos como aditivos alimentares na nutrição animal em 2006 (OJEU, 2003), tornando necessária, a busca por substâncias que pudessem mimetizar os efeitos positivos dos ionóforos.

2.2 Monensina Sódica

A monensina sódica é um poliéter monovalente que inibe as bactérias gram positivas por meio da catalisação das trocas de sódio e prótons ou potássio e prótons na membrana. Suas moléculas têm capacidade de transportar cátions através da membrana das bactérias, apresentando a seguinte afinidade: $\text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Li} > \text{Cs}$, sendo a afinidade por Na^+ é de aproximadamente 10 vezes a afinidade por K^+ (PRESSMAN, 1976).

Esse ionóforo é altamente eficaz contra as bactérias gram positivas, mas apresentam pouca ou nenhuma atividade contra as bactérias gram negativas (CHEN e WOLIN, 1979), o que pode ser explicado pelo fato das bactérias gram negativas possuírem um envoltório celular constituído por uma parede celular e também de uma membrana externa de proteção formada por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos. A segunda membrana presente nas bactérias gram negativas possui canais de proteínas (porinas) com tamanho limite de aproximadamente 600 Daltons, tornando-as impermeáveis à ação dos ionóforos, os quais possuem em sua maioria, tamanho maior que 600 Dalton. Já as bactérias gram positivas são constituídas por uma camada porosa e espessa de peptidoglicano, não impedindo a ação da monensina (MORAIS et al., 2011).

Segundo Moraes et al. (2011), seu modo de ação está relacionado com o mecanismo de bomba iônica, o qual regula o balanço químico entre os meios intra e extracelulares.

As células bacterianas apresentam, em condições normais, concentrações de K^+ intracelular superior à extracelular. Ao se ligar à membrana celular das bactérias gram-

positivas, a monensina sódica promove a rápida saída de K^+ e a entrada de H^+ no interior da célula bacteriana, que ocorre devido à mudança de gradiente iônico externo. O H^+ que se acumula no interior da célula provoca queda de pH. Como resposta à queda de pH, a célula passa a exportar H^+ para o exterior, permitindo a entrada de Na^+ para o interior (bomba Na^+/K^+). Também são realizadas trocas pela bomba próton ATPase, para a exportação de H^+ (Figura 1). Entretanto, esse mecanismo demanda grande parte da energia produzida pela célula, com o objetivo de manter o pH e o balanço iônico celular. Com o passar do tempo, ocorre a redução do metabolismo energético, diminuindo sua capacidade de crescimento e reprodução. A bomba iônica não consegue funcionar adequadamente, havendo um aumento da pressão osmótica levando à morte celular (RUSSEL & STROBEL, 1989).

Figura 1. Efeitos hipotéticos da monensina sódica (M) sobre o fluxo de íons em bactérias gram positivas – *Streptococcus bovis* (RUSSEL & STROBEL, 1989).

De acordo com Russell e Strobel (1989), a monensina sódica inibe as bactérias gram positivas produtoras de hidrogênio, formato, acetato, butirato e amônia, enquanto que as bactérias gram negativas produtoras de succinato e propionato, e utilizadoras de lactato, são resistentes. Dessa maneira, haverá aumento da proporção molar de propionato, e diminuição da proporção molar de acetato e butirato, resultando na melhora do metabolismo energético e do metabolismo do nitrogênio. Consequentemente, a mudança na relação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), acarretará na redução da produção de metano, pois as bactérias gram negativas irão

utilizar H^+ para formar propionato, diminuindo o substrato para as bactérias metanogênicas. Além da melhoria na eficiência energética, a monensina promove a redução na degradação ruminal de peptídeos e aminoácidos, aumentando o fluxo de proteína dietética para o intestino delgado (MCGUFFEY et. al., 2001).

A monensina sódica também pode ser utilizada com o propósito de diminuir distúrbios digestivos, pois atua diretamente nos microrganismos ruminais que produzem lactato (*Streptococcus bovis* e *Lactobacillus spp*), diminuindo a ocorrência de bruscas oscilações no pH ruminal (BURRIN & BRITTON, 1986). Do mesmo modo, pode diminuir a ocorrência de timpanismo espumoso em bovinos (NAGARAJA et al., 1997), pois diminui a população de *Streptococcus bovis*, que produzem mucopolissacarídeos e são responsáveis por aumentar a viscosidade do líquido ruminal, dificultando a separação e eliminação dos gases presentes no rúmen (CHENG et al., 1998).

A monensina é responsável por alterações na microbiota ruminal, resultando em aumento da produção de propionato e alterações nos mecanismos de saciedade, o que resulta na redução da quantidade de alimento ingerido e maior fracionamento das refeições (GONZÁLEZ et al., 2012), tornando-se uma importante ferramenta de manejo na nutrição de ruminantes, para regular a ingestão de alimento e atuar no controle da ocorrência de acidose ruminal (NAGARAJA & LECHTENBERG, 2007).

No entanto, a melhor dose de monensina sódica a ser utilizada na nutrição de ovinos não é bem definida na literatura. Atualmente, a dose mais comumente utilizada é a mesma recomendada para bovinos (25 mg de monensina/kg de MS), porém outros trabalhos apontam que doses mais baixas podem apresentar resultados satisfatórios.

Nockels et. al. (1978), avaliaram o desempenho de 120 cordeiros recebendo dietas contendo 0, 5,5, 11, 22 e 33 ppm de monensina sódica. Os autores observaram que o ganho de peso total dos cordeiros recebendo as doses de 5,5 e 11 ppm foram maiores do que os animais do tratamento controle, e os animais que receberam as doses maiores não apresentaram resultados significativos em relação ao ganho. Joyner et. al. (1979), avaliaram a inclusão de 0, 5, 10, 20 e 30 ppm de monensina no crescimento e eficiência alimentar de 300 cordeiros, e observaram que a dose de 5 ppm foi capaz de reduzir a conversão alimentar quando comparado aos animais recebendo o tratamento controle, e os animais dos tratamentos 10 e 20 ppm apresentaram redução na produção de metano e aumento na energia metabolizável, em comparação aos tratamentos com doses maiores.

Dessa maneira, faz-se necessário a realização de pesquisas que testem qual a melhor dose de monensina sódica a ser utilizada na nutrição de ovinos. Alguns estudos com o objetivo de testar doses de monensina no desempenho de cordeiros recebendo dietas com elevado teor de concentrado, foram realizados pela equipe do Laboratório de Nutrição e Produção Animal (LNRA) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós” (ESALQ), porém os dados ainda não foram publicados. Assim, a dose de monensina sódica utilizada no presente trabalho, foi definida com base na dose que apresentou os resultados mais promissores desses estudos.

2.3 Óleos Essenciais

Segundo Araújo (2010), estudos com óleos essenciais foram iniciados a cerca de 50 anos por alguns pesquisadores, porém a utilização de ionóforos em meados dos anos 70 desestimulou tais pesquisas. O maior interesse por esse tema foi retomado a partir de 2003, quando a União Europeia anunciou que, a partir de 2006, seria proibida a utilização dos antibióticos como promotores de crescimento na produção animal.

Os óleos essenciais são compostos secundários, responsáveis por conferir odor e cor aos vegetais (TAIZ & ZIEGER, 2004), que podem ser extraídos de diferentes partes, como raízes, colmos, casca, folhas, flores e sementes. São substâncias lipofílicas, líquidas e voláteis, caracterizadas quimicamente como misturas complexas de compostos de baixo peso molecular, que podem gerar aromas e/ou sabores (CALSAMIGLIA et. al., 2007).

A obtenção dos óleos essenciais pode ser por prensagem, enfloração, extração com solventes orgânicos, extração por CO₂ supercrítico e destilação a vapor (SIMÕES, 2001), os quais podem influenciar na composição química dos constituintes metabólicos (BURT, 2007). A variação na composição química também pode ser influenciada pelo ambiente no qual o vegetal se desenvolve e tipo de cultivo (DORMAN & DEANS, 2000). Seus compostos mais importantes pertencem a dois grupos químicos: terpenóides (monoterpenos e sesquiterpenos) e fenilpropanóides. A origem dos grupos se dá a partir de diferentes precursores do metabolismo primário e são sintetizados através de vias metabólicas diferentes (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Os óleos essenciais não são necessariamente “essenciais” para o desenvolvimento das plantas, e recebem esse nome devido ao cheiro característico que

possuem. Tal nome foi dado por Paracelso, médico e alquimista, no século XVI para denominar o composto ativo de uma droga que vinha da “quinta essência” (ARAÚJO, 2010). Outros óleos não podem ser classificados como óleos essenciais, pois não são originados de essências de plantas, como é o caso dos óleos funcionais (ZOTTI, 2014). Os óleos funcionais são aqueles que apresentam, além de seu conteúdo energético, a capacidade de interferir nos processos bioquímicos. Todos os óleos essenciais são funcionais, mas nem todos os óleos funcionais são essenciais (CHAGAS, 2015).

Nos vegetais, os óleos essenciais atuam biologicamente na defesa contra predadores (ex: insetos e animais herbívoros), microrganismos patogênicos e outros eventuais invasores. Quimicamente, têm o papel de mensageiros químicos entre planta e ambiente, atraindo insetos polinizadores e animais dispersores de sementes (TAIZ & ZIEGER, 2004).

Devido as características observadas nesses óleos, possuem extrema importância como matéria prima para indústrias, setores de perfumaria, cosmética, farmacêutica, higiene, limpeza, alimentícia e bebidas (BAKKALI et. al., 2008).

De acordo com Araújo (2010), existem vários óleos essenciais, cujas propriedades antimicrobianas já foram investigadas no ambiente ruminal, tendo como exemplos o eugenol (presente no cravo-da-índia), o timol (presente no tomilho e orégano), o carvacrol (presente no orégano), o cinamaldeído (presente na canela) e a capsaicina (presente nas pimentas). Porém a maioria das pesquisas são feitas *in vitro*.

2.3.1 Mecanismo de ação dos óleos essenciais

Os extratos de plantas contém uma ampla variedade de compostos, os quais podem apresentar diferentes funções e mecanismos de ação (BURT et. al., 2004). O modo de ação e a função de cada extrato vegetal dependerá do composto predominante e da sua concentração (BENCHAAR et. al., 2008).

As ações dos óleos essenciais estão, em sua maioria, ligadas à membrana celular (Figura 2), principalmente com transporte de elétrons e gradiente de íons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações enzimo-dependentes (ULTEE; KETS; SMID, 1999; DORMAN & DEANS, 2000).

Figura 2. Mecanismos propostos para a ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana. Adaptado de Burt (2004).

Óleos essenciais são substâncias hidrofóbicas, o que lhes confere a capacidade de interagir com lipídeos na membrana celular e nas mitocôndrias das bactérias. Isto ocorre quando o óleo encontra-se sob a forma mais hidrofóbica, o que nas condições ruminais é favorecido pelo pH mais ácido, caracterizado em dietas de alto concentrado (CALSAMIGLIA et al., 2007).

O efeito antimicrobiano está relacionado, principalmente, à alteração da permeabilidade e integridade da membrana celular bacteriana (LAMBERT, et. al., 2001). A atividade antimicrobiana é atribuída a um número de terpenóides e compostos fenólicos (CHAO et. al., 2000), que irão interagir com as proteínas por meio de pontes de hidrogênio e interações iônicas ou hidrofóbicas (PRESCOTT et. al., 2004).

Ao levar em consideração a grande quantidade de substâncias químicas presentes nos óleos essenciais, é natural que a atividade antimicrobiana não seja mediada por um único mecanismo específico, podendo haver sinergia entre os mecanismos de ação encontrados nos diversos metabólitos (CARSON et al., 2002; BAKKALI et al., 2008).

Quando há interação dos óleos essenciais com a membrana celular bacteriana, ocorre uma modificação da sua estrutura, tornando-as mais fluídas e permeáveis (SIKKEMA et. al., 1995), o que promoverá o extravasamento de íons e conteúdos citoplasmáticos (LAMBERT et. al., 2001; CARSON et. al., 2002). Dessa maneira,

haverá alteração dos gradientes iônicos, que prejudicará os processos essenciais da célula como o transporte de elétrons, translocação de proteínas, etapas da fosforilação e outras reações dependentes de enzimas, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente, a morte celular (DORMAN & DEANS, 2000).

A estrutura química é responsável pelo modo de ação e atividade antimicrobiana de cada óleo essencial (DORMAN & DEANS, 2000). A presença do grupo hidroxila (-OH) nos compostos fenólicos é fundamental para a existência da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais (ULTEE; BENNICK; MOEZELAAR, 2002). A presença do radical metil (-CH₃) ou do acetato (CH₃COO⁻), assim como o próprio anel fenólico, também afetam as propriedades antibacterianas de cada óleo essencial (BURT, 2004).

É consenso na literatura que os óleos essenciais são mais efetivos contra bactérias gram positivas em relação às bactérias gram negativas (BURT, 2004), as quais possuem uma parede celular externa hidrofílica que envolve sua membrana, impedindo a ação de substâncias hidrofóbicas. Já nas bactérias gram positivas, o óleo essencial pode interagir diretamente com a membrana celular (SMITH-PALMER; STEWART; FYFE, 1998). Contudo, a membrana externa das bactérias gram-negativas não é completamente impermeável a substâncias hidrofóbicas e compostos de baixo peso molecular, como o carvacrol e o timol, os quais são capazes de interagir com a água via pontes de hidrogênio. Desse modo, essas substâncias atravessam a parede externa por difusão através da camada de lipopolissacarídeos ou proteínas de membrana, chegando à dupla camada fosfolipídica da parede celular interna das bactérias gram-negativas (GRIFFIN et al., 1999).

A atividade antioxidante dos óleos essenciais está relacionada, principalmente, com a presença de compostos fenólicos. Mas compostos como flavonóides e terpenóides também apresentam essa característica. Essas substâncias têm capacidade de impedir e neutralizar radicais livres, impossibilitando a propagação do processo oxidativo (HUI, 1996).

Além de possuir efeitos antimicrobianos e antioxidantes, acredita-se que os óleos essenciais também atuam melhorando a digestão, através do estímulo da atividade enzimática (MELLOR, 2000; BENCHAAAR et al., 2008).

2.3.2 Óleos essenciais na nutrição de ruminantes

Pioneiros em demonstrar os efeitos dos óleos essenciais sobre a fermentação ruminal, Crane et al. (1957) verificaram que o limoneno e o pineno eram capazes de inibir a formação de CH₄. Oito anos depois, Borchers (1965) observou que o timol inibia a deaminação ruminal, devido ao acúmulo de aminoácidos juntamente com a redução na concentração de NH₃.

A investigação da ação de extratos vegetais no metabolismo dos ruminantes refere-se, principalmente, a sua atuação no rúmen. Resultados semelhantes à utilização de ionóforos como moduladores da fermentação ruminal têm sido observados (CONEGLIAN, 2009). Alguns benefícios como melhoria na eficiência alimentar, decorrente da maior eficiência energética da dieta, aumento na proporção molar de propionato e diminuição da deaminação, têm sido obtidos com a utilização de óleos essenciais na nutrição de ruminantes (McINTOSH et al., 2003).

Assim, diversas pesquisas vêm sendo realizadas, tanto *in vitro* como *in vivo*, com o objetivo de identificar agentes potenciais dos óleos essenciais, com a finalidade de desenvolver aditivos alternativos melhoradores dos processos biológicos do rúmen (CHAGAS, 2015). Araújo (2010) realizou um estudo *in vitro* avaliando a utilização de óleos essenciais de plantas nativas do Brasil com potencial para manipulação da fermentação ruminal. Os óleos avaliados foram: erva-baleeira (*Cordia verbenacea*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*; óleo extraído das folhas ou frutos), macela (*Achyrocline satureoides*), guaco (*Mikania glomerata*), carqueja (*Baccharis cylindrica*), arnica (*Lychnophora pinaster*), capim cidreira (*Cymbopogon citratus*), capim limão (*Cymbopogon flexuosus*) e citronela (*Cymbopogon winterianum*). Foram também incluídos os óleos resinóides de copaíba mari-mari (*Copaifera reticulata*), copaíba angelim (*Copaifera multijuga*), copaíba zoró (*Copaifera langsdorfii*) e copaíba vermelha (*Copaifera langsdorfii*). O autor concluiu que os óleos essenciais que apresentaram os melhores resultados foram o de aroeira-vermelha (folhas e frutos), capim limão e capim cidreira. Sob esta condição, esses óleos aumentaram a concentração de propionato, reduziram a relação acetato:propionato e diminuíram a produção de CH₄.

Castillejos et al. (2005) observaram aumento da concentração total de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), mas não obtiveram mudança na proporção molar individual de AGCC, quando uma mistura de óleos essenciais foi adicionada a uma

dose de 1,5 mg/L de líquido ruminal em fermentadores de cultura contínua em pesquisa *in vitro* testando o eugenol. Entretanto, resultados de aumento de concentração de AGCC *in vitro* devem ser avaliados com cautela, pois podem estar relacionados com a própria degradação dos óleos essenciais (ARAÚJO, 2010).

Em estudo com bovinos de corte, Fadiño et al. (2008), observaram que o óleo de anis apresentou efeitos sobre as concentrações de AGCC semelhantes à monensina sódica, e que o óleo de zimbro e o cinamaldeído promoveram aumento numérico na concentração de propionato e redução numérica na relação acetato:propionato (CHAVES et al., 2008). Dentre os trabalhos pesquisados, Anassori et al. (2011) avaliaram o efeito da suplementação com óleo de alho, alho cru e monensina em três experimentos com ovinos machos, que não acarretaram em alterações nos valores de pH ruminal. Porém, os autores observaram diferenças na produção de AGCC, concluindo que o óleo de alho reduz a concentração de acetato e aumenta a concentração de propionato, reduzindo a relação acetato:propionato. Em experimento *in vitro*, a inibição da fermentação ruminal e a consequente redução na concentração total de AGCC por doses elevadas, causou aumento do pH (CASTILLEJOS et al., 2006).

Giannenas et al. (2011) avaliaram doses de timol, eugenol, guaiacol, limoneno e vanilina (0, 50, 100, 150 mg/kg de concentrado) em ovelhas em lactação e os efeitos na produção de leite e parâmetros ruminais. Os autores observaram que houve efeito quadrático para a produção total de leite por ovelha, onde a produção média de leite foi 1,56 l/d para os animais que receberam a dieta controle e, 1,68, 1,88 e 2,12 l/d para os grupos suplementados com 50, 100 e 150 mg de óleo essencial/kg de concentrado, respectivamente. A gordura do leite, proteína, lactose, cinzas e total de SNF, pH e acidez não foram afetados pelos tratamentos durante o período experimental. No entanto, o efeito da suplementação de óleo essencial foi encontrado no teor de ureia do leite e na contagem de células somáticas, com os valores mais elevados sendo observados no grupo controle. Com relação aos parâmetros ruminais, os autores relataram que não houveram alterações nos valores de pH ruminal (média 6,6). Entretanto, observaram aumento linear na proporção molar de propionato (19,6 para 24,9 mol/100mol), tendência em aumentar a concentração total de AGCC, sendo que o tratamento com 150 mg de óleo apresentou a maior concentração (126,2 mM), e redução da proporção de acetato, em que o tratamento contendo 150 mg de óleo, relatou menor produção (62,7 mol/100mol).

A perda energética causada pela produção de metano em ruminantes é um dos fatores que leva à busca de produtos que minimizem esse efeito, porém o conhecimento dos efeitos dos óleos essenciais sobre a metanogênese, principalmente em experimentos *in vivo*, é limitado na literatura (RIBEIRO, 2015). Sallan et al. (2009) utilizando 10 mL de óleo de eucalipto, observaram que este foi capaz de reduzir em 31% a emissão de metano por ovinos. Khiaosa-Ard & Zebeli (2013), compilaram 28 trabalhos avaliando a utilização de óleos essenciais (OE), compostos bioativos (CB) e a combinação de OE e CB (OEBC), nos parâmetros de fermentação ruminal *in vivo*. Os autores observaram que em bovinos de corte a adição de 0,25g/kg de OEBC na matéria seca (MS) da dieta, diminuiu a produção de metano em 12%.

Ainda há um pequeno número de experimentos testando óleos essenciais no desempenho de ruminantes, e pesquisas para definir quais as melhores doses e formas de fornecimento são necessárias. O pouco conhecimento do modo de ação dos óleos essenciais e das doses a serem utilizadas levam a acreditar que as doses determinadas *in vitro* são superiores às necessárias *in vivo*, pois a concentração de bactérias é muito menor sendo necessária uma dose maior para a existência de efeito (CALSAMIGLIA et al., 2007). Além disso, muitos óleos apresentam sabor e odor acentuados, e as doses necessárias *in vivo* podem dificultar a aceitação pelo animal, causando efeito negativo sobre o consumo de alimento (VILLALBA & PROVENZA, 2010).

O fornecimento de 180mg/d de cinamaldeído + 90 mg/d de eugenol para novilhas holandesas com o objetivo de manipular a fermentação ruminal, causou redução de 16% no consumo de matéria seca (CMS) (CARDOZO et al., 2006). No entanto, Benchaar et al. (2007) ao fornecer doses de 0 e 750mg/kg de Crina® Ruminants na dieta de vacas no início da lactação não observaram efeito do óleo essencial sobre o CMS. Por outro lado, Yang et al. (2010), observaram maior CMS para a dose de 400 mg/dia de cinamaldeído em novilhos confinados (até 28 dias).

Bampidis et al. (2005) não observaram efeito sobre o ganho médio diário (GMD) e na eficiência alimentar (EA) quando cordeiros em crescimento foram alimentados com dietas contendo folhas de orégano, 144 ou 288 mg/kg de concentrado (85% de carvacrol). Do mesmo modo Benchaar et al. (2006), ao fornecer o produto comercial Vertan® (timol, eugenol, vanilina e limoneno) a novilhos de corte não observaram efeitos sobre o GMD, porém os animais apresentaram EA de 0,145; 0,158;

0,154 e 0,130 para o grupo controle, monensina e 2 ou 4 g/dia do produto, respectivamente.

Chaves et al. (2008ab) realizaram dois experimentos testando óleos essenciais diferentes. No primeiro experimento o carvacrol e o cinamaldeído não alteraram o CMS, o GMD e os rendimentos de carcaça e cortes de ovinos confinados. Já no segundo experimento o óleo de zimbro (*Juniperu communis*) e o cinamaldeído (200 mg/kg de MS) apresentaram resultados estatisticamente superiores para cordeiros confinados, no qual os animais tiveram GMD de 254, 250 e 217g para óleo de zimbro, cinamaldeído e controle, respectivamente. Houve também melhora numérica na conversão alimentar e aumento numérico na concentração ruminal de propionato.

Apesar de não observar diferenças significativas no peso final e no rendimento de carcaça de ovinos suplementados com óleo essencial de orégano, Simitzis et al. (2008) observaram resultados positivos nas características qualitativas da carne, as quais foram atribuídas, principalmente, ao retardo da oxidação lipídica promovida pela adição do óleo essencial.

A literatura apresenta dados promissores quanto ao uso de óleos essenciais e os efeitos nos parâmetros de fermentação ruminal, tanto *in vitro* quanto *in vivo*. Entretanto, dados sobre desempenho animal (ganho de peso, consumo de matéria seca, eficiência alimentar e características de carcaça), especialmente pequenos ruminantes, são escassos.

2.3.3 Aroeira Vermelha - *Schinus Terebintholius* Raddi

A *Schinus terebinthifolius* Raddi, conhecida popularmente como aroeira, aroeira vermelha, e por mais vários nomes, é uma árvore pioneira pertencente à família Anacardiaceae, nativa do Brasil. Ocorre do Nordeste ao Sul do Brasil e apresenta folhagem densa e verde-escura com frutos em cachos (LORENZI, 2002).

Os frutos da aroeira por possuírem a aparência de uma pimenta pequena de coloração rosa-avermelhada, são chamados de pimenta-rosa, “pink-pepper”, “poivre rose”, entre outros. Atualmente, possui grande demanda tanto no mercado nacional como no internacional, devido a sua utilização como condimento alimentar (LENZI & ORTH, 2004). Além disso, os extratos vegetais e óleos essenciais da aroeira vêm sendo

utilizados em diversos setores, como as indústrias farmacêuticas (na produção de medicamentos), perfumarias e cosméticos, produtos de limpeza, setores agrícolas, etc.

A aroeira contém óleos essenciais nos frutos, folhas e tronco. E possui como principais substâncias em sua composição química o α -pineno, sabineno, β -pineno, α -felandreno, Δ -3-careno, β -felandreno, terpinen-4-ol, α -copaeno, germacreno-D, biciclogermacreno, β -cariofileno, δ -cadineno e α -cadinol (SANTOS et. al., 2007).

Estudos mostram que a aroeira possui propriedades antimicrobiana (LIMA et. al., 2006), antiinflamatória (RIBAS et. al., 2006), antioxidante (EL-MASSRY et. al., 2009; BENDAOUD et. al., 2010), e antifúngica (JOHANN et al., 2010).

Araújo (2010), em estudo *in vitro* com os óleos essenciais das folhas da aroeira e dos frutos nas doses de 75 e 150 μ L/75 mL de fluido ruminal tamponado, observou a capacidade desses óleos em manipular parâmetros da fermentação ruminal, otimizando a atividade bacteriana. Dessa maneira, os óleos essenciais da aroeira apresentaram resultados promissores para serem utilizados como aditivos na alimentação animal, como uma alternativa à utilização de antibióticos ionóforos.

Como não há na literatura muitos trabalhos *in vivo* utilizando óleos essenciais de aroeira na nutrição de ruminantes, selecionamos os óleos essenciais extraídos das folhas e dos frutos para testa-los na nutrição de cordeiros confinados.

REFERÊNCIAS

ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 64, n. 3, p. 403-412, 2005.

ANASSORI, E.; DALIR-NAGHADEH, B.; PIRMOHAMMADI, R.; TAGHIZADEH, A.; ASR-REZAEI, S.; MAHAM, M.; FARAHMAND-AZAR, S.; FARHOOMAND, P. Garlic: A potential alternative for monensin as a rumen modifier. **Livestock Science**, V.142, p. 276-287, 2011.

ARAÚJO, R. C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro* de produção de gás**. 2010. 178 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.

BAMPIDIS, V. A.; CHRISTODOULOU, V.; FLOROU-PANERI, P.; CHRISTAKI, E., SPAIS, A. B.; CHATZOPOULOU, P. S. Effect of dietary dried oregano leaves supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, p. 285-295, 2005.

BENCHAAAR, C.; DUYNISVELD, J. L.; CHARMLEY, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 86, n. 1, p. 91-96, 2006.

BENCHAAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; McALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1/4, p. 209-228, 2008.

BENDAOUD, H.; ROMDHANE, M.; SOUCHARD, J. P.; CAZAUX S.; BOUAJILA, J. Chemical Composition and Anticancer and Antioxidant Activities of Schinus Molle L. and Schinus Terebinthifolius Raddi Berries Essential Oils. **Journal of Food Science** Vol. 75, Nr. 6, 2010.

BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.

BORCHERS, R. Proteolytic activity of rumen fluid in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 4, p. 1033-1038, 1965.

BURRIN, D.; BRITTON, R. Response to monensin in cattle during subacute acidosis. **Journal of Animal Science**, v.63, p. 888-893, 1986.

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.

BURT, S. A. **Antibacterial activity of essential oils: potential applications in food**. Ph.D. Thesis (Doctoral). Utrecht University, Netherlands, 2007. 135p.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; VAN SOEST, P. J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 149-169, 2004.

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

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 29-41, 2005.

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in *in vitro* systems. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2649-2658, 2006.

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, p. 186-201, 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, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, p. 1914-1920, 2002.

CASTRO, M. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**, v. 39, número especial, 2005.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERJ, C. G. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, Winston – Salem, v. 12, p. 639-649, 2000.

CHAVES, A. V. STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; McALLISTER, T. A.; BENCHAAAR, C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1-4, p. 396-408, 2008a.

CHAVES, A. V. STANFORD, K.; DUNGAN, M. E. R.; GIBSON, L. L.; McALLISTER, T. A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 117, n. 2/3, p. 215-224, 2008b.

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

CHEN, M.; WOLIN, M. J. Effect of monensin and lasalocid-sodium on the growth of methanogenic and rumen saccharolytic bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.** 38, 72-77, 1979.

CHENG, K. J. et al. A review of bloat in feedlot cattle. **Journal Animal Science**, v. 76, p. 299-308, 1998.

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

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

CRANE, A.; NELSON, W. O.; BROWN, R. E. Effects of D-limonene and α -D pinene on in vitro carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 88, n. 2, p. 308-316, 2000.

EL-MASSRY, K.F.; EL-GHORAB, A.H.; SHAABAN, H.A.; SHIBAMOTO, T. Chemical compositions and antioxidant/antimicrobial activities of various samples prepared from *Schinus terebinthifolius* leaves cultivated in Egypt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 5265-5270, 2009.

ERICKSON, G. E. et al. Interaction between bunk management and monensina concentration during an acidosis challenge with feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 2869-2879, 2003.

FEINMAN, S. Antibiotics in animal feed-drug resistance revisited. **American Society for Microbiology News**, v. 64, n. 1, p. 24-30, 1998.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FULLER, J. R.; JOHNSON, D. E. Monensin and lasolocid effects on fermentation *in vitro*. **Journal of Animal Science**, 1981.

GIANNENAS, I.; SKOUFOS, J.; GIANNAKOPOULOS, C.; WIEMANN, M.; GORTZI, O.; LALAS, S.; KIRIRIAZAKIS, I. Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 123-130, 2011.

GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminal acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and Technology**, v. 172, p. 66-79, 2012.

GONZALES, E.; MELLO, H. H. C.; CAFÉ, M. B. Uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação e produção animal. **Revista UFG**, n. 13, p. 48-54, 2012.

GRIFFIN, S. G.; WYLLIE, S. G.; MARKHAM, J. L.; LEACH, D. N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 322-332, 1999.

HANEY, M. E.; HOEHM, M. M. Monensin, a new biologically active compound. Discovery and Isolation. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v.7, p. 349-352, 1967.

HUI, Y. H. Oleoresins and essential oils. **Bailey's Industrial Oil and Fat Products**. New York: Wiley – Interscience Publication, cap. 6, p. 145-153, 1996.

JOHANN, S. et al. Antifungal activity of schinol and a new biphenyl compound isolated from *Schinus terebinthifolius* against the pathogenic fungus *Paracoccidioides brasiliensis*. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, v. 9, n. 30, p. 1-6, 2010.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.91, p.1819-1830, 2013.

LADEIRA, M.M.; MACHADO NETO, O.R.; SANTAROSA, L. de C.; CHIZZOTTI, M.L.; OLIVEIRA, D.M. de; CARVALHO, J.R.R. de; ALVES, M.C.L. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.728-736, 2014.

LAMBERT, R. J. W.; SKANDAMIS, P. N.; COOTE, P.; NYCHAS, G. J. E. A study of minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 91, n. 3, p. 453-462, 2001.

LENZI, M.; ORTH, A. I. Caracterização funcional do sistema reprodutivo da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi), em Florianópolis – SC, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 198-201, 2004.

LIMA, M. R. F. et al. Anti-bacterial activity of some Brazilian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 105, n. 1-2, p. 137-147, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 394 p.

McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 194-203, 2001.

McINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, Oxford, v. 60, p. 5011-5014, 2003.

MELLOR, S. Alternatives to antibiotics. **Pig Progress**, v. 16, p. 18-21, 2000.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2011. cap. 18, p. 565-591.

- NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In HOBSON, P. N., STEWART, C. S. (Eds.). **The rumen microbial ecosystem**, 1997. p. 523-632.
- NAGARAJA, T. G.; LECHTENBERG, K. F. Acidosis in feedlot cattle. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 23, p. 333-350, 2007.
- NEWBOLD, C. J.; MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, p. 105-112, 2004.
- NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA gado de corte, 2001.
- NOTTER, D. R.; GREINER, S. P.; WAHLBERG, M. L. Growth and carcass characteristics of lambs sired by Dorper and Dorset rams. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.82, n.5, p. 1323-1328, 2004.
- OJEU. Regulation (EC) N° 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L268, p. 29-43, 2003.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**. Amsterdam: Elsevier Science Bv, v. 197, p. 64-75, 2014.
- OLIVEIRA, M. V. M. et al. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005.
- OVCHINNIKOV, J. A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. **European Journal of Biochemistry**, v. 94, p. 321-336, 1979.
- OWENS, F. N., SECRIST, D. S., HILL, W. J., GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 275-286, 1998.
- PERRY, T. W.; BEESON, W. M.; MOHLER, M. T. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal Animal Science**, v. 42, p. 761-765, 1976.
- PRESCOTT, L. M.; HARLEY, J. P.; KLEIN, D. A. Controle de microrganismos por agentes físicos y químicos. **Microbiologia**. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, p. 145-162, 2004.
- PRESSMAN, B. C. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, New York, v. 45, p. 501-530, 1976.
- PRESSMAN, B. C.; PAINTER G.; FAHIM M. Molecular and Biological Properties of Ionophores. **Inorganic Chemistry in Biology and Medicine**, Chapter 1, 1980, p. 3-22. ACS Symposium Series, Volume 140.

RIBAS, M. O.; SOUSA, M. H.; SARTORETTO, J.; LANZONI, T. A.; NORONHA, L.; ACRA, L. A. Efeito da *Schinus terebinthifolius* Raddi sobre o processo de reparo tecidual das lesões ulceradas induzidas na mucosa bucal do rato. **Revista Odonto Ciência**, v. 21, n. 53, p. 245-252, 2006.

RIBEIRO, A. D. B. **Uso do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) na dieta de ovinos**. 2015. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinárias e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; POTTER, E. L. Effect of monensin on ruminal fermentation “*in vitro*” and “*in vivo*”. **Journal Animal Science**, v. 43, p. 644-657, 1976.

RODRIGUES, P. H. M.; MATTOS, W. R. S.; MELOTTI, L.; RODRIGUES, R. R. Monensina e digestibilidade aparente em ovinos alimentados com proporções de volumoso/ concentrado. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 3, p. 449-455, 2001.

ROGERS, M.; JOUANY, J. P.; THIVEND, P.; FONTENOT, J. P. The effects of short-term and long-term monensin supplementation, and its subsequent withdrawal on digestion in sheep. **Animal Feed Science Technology**, v. 65, p. 113-127, 1997.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1-6, 1989.

SALLAM, S. M. A.; NASSER, M. E. A.; ARAÚJO, R. C.; ABDALLA, A. L. Methane production by sheep consuming diets with different levels of eucalyptus essential oil. In: FAO/IAEA INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUSTAINABLE IMPROVEMENT OF ANIMAL PRODUCTION AND HEALTH, 2009, Vienna. **Proceedings...** Vienna: FAO/IAEA, 2009. p. 210 – 211.

SANTOS, A. C. A.; ROSSATO, M.; AGOSTTINI, F.; SANTOS, P. L.; SERAFINI, L. A.; MOYNA, P.; DELLACASSA, E. Avaliação química mensal de três exemplares de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1011-1013, 2007.

SIKKEMA, J.; DE BONT, J. A. M.; POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. **Microbiological Reviews**, v. 59, p. 201-222, 1995.

SIMITZIS, P. E.; DELIGEORGIS, S. G.; BIZELIS, J. A. DARDAMANI, A.; THEODOSIUS, I.; FEGEROS, K. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, v. 79, p. 217-223, 2008.

SIMÕES, C. M. O. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C. M. O. (ed). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre, Florianópolis: Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Cap. 18, p. 397-425.

SMITH-PALMER, A. J.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Letters of Applied Microbiology**, Oxford, v. 26, n. 2, p. 118-122, 1998.

SUZUKI, O. H.; FLEMMING, J. S.; SILVA, M. E. T. Uso de óleos essenciais na alimentação de leitões. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 6, n. 4, p. 519-526, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 13, p. 309-334.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminants diets. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 1591-1602, 2003.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; SMID, E. J. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental microbiology**, Washington, v. 65, n. 10, p. 4606-4610, 1999.

ULTEE, A.; BENNINK, M. H. J.; MOEZELAAR, R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 68, n. 4, 1561-1568, 2002.

VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D. Challenges in extrapolating *in vitro* findings to *in vivo* evaluation of plant resources. In: VERCOE, P. E.; MAKKAR, H. P. S.; SCHLINK, A. C. (Ed.). ***In vitro* screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies**. London: Springer, cap. 11, p. 233 – 242, 2010.

ZOTTI, C. A. **Uso de monensina e óleos funcionais de mamona e líquido da casca de caju em dietas com elevada proporção de concentrado fornecidas de forma abrupta para bovinos Nelore confinados**. 2014. 86 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

3. Experimento I: Efeito da utilização de óleo essencial das folhas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros.

3.1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a demanda por alimentos de origem animal está em constante crescimento. Com isso, a pressão para que os sistemas de produção se tornem cada vez mais eficientes aumenta a cada dia.

Na produção de ruminantes, o sistema intensivo de criação (confinamento) têm sido utilizado como ferramenta para melhorar a eficiência produtiva. Com o objetivo de maximizar o desempenho dos animais, são fornecidas dietas de alto teor energético. Entretanto, a inclusão de elevados níveis de concentrado pode prejudicar a fermentação ruminal (OWENS et al., 1998).

De acordo com Khiaosa-Ard & Zebeli (2013), o princípio para melhorar a eficiência alimentar em ruminantes abrange a redução na perda de energia através da melhoria da digestibilidade da dieta e alteração da fermentação ruminal, visando aumentar a produção de propionato e, conseqüentemente, diminuir a produção de metano. Assim, torna-se necessário o uso de aditivos alimentares que atuem na modulação da fermentação do rúmen, melhorando os processos benéficos e diminuindo prejuízos causados para os microrganismos do rúmen (NAGARAJA et. al., 1997).

Os ionóforos são os aditivos alimentares mais utilizados na manipulação da fermentação ruminal (RUSSEL & STROBEL, 1989), sendo a monensina sódica o ionóforo mais utilizado e pesquisado na nutrição de ruminantes.

Todavia, o uso cotidiano de antibióticos e promotores de crescimento na produção pecuária tem causado certa preocupação à saúde pública (BENCHAAAR et al., 2006). Com base no possível surgimento de fatores de resistência transmissíveis, que podem comprometer a potência de antibióticos terapêuticos no homem (WALLACE, 2004), a União Europeia proibiu o uso de antibióticos como aditivos alimentares a partir de 2006, estando os ionóforos na lista (OJEU, 2003), apesar de não terem o uso compartilhado com os seres humanos. No entanto, esses aditivos ainda podem ser utilizados com fins terapêuticos caso haja necessidade.

Por esse motivo, o interesse em explorar produtos naturais que não possuam riscos semelhantes à saúde e sirvam como aditivos para a alimentação animal, têm

aumentado. Dentre esses produtos estão os probióticos, prebióticos, enzimas, ácidos orgânicos e metabólitos secundários de plantas (WALLACE, 2004).

Metabólitos secundários são substâncias que não participam dos processos relacionados à nutrição dos vegetais. Os principais exemplos são os óleos essenciais, as saponinas e os taninos. Essas substâncias estão relacionadas com a interação da planta com o ambiente, sendo assim, responsáveis por promover a proteção contra predadores, microrganismos patogênicos e outros eventuais invasores. Pelo fato de conferirem odor e cor aos vegetais, também atuam como mensageiros químicos, para que insetos polinizadores e animais dispersores de sementes sejam atraídos (TAIZ & ZIEGER, 2004).

Os óleos essenciais são compostos líquidos voláteis, naturais e complexos, formados por plantas aromáticas e, geralmente, obtidos via extração a vapor ou destilação (BAKKALI, 2008). Atividades antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, inseticida, antiprotozoários e antioxidante já foram observadas em muitos óleos essenciais (COWAN, 1999; BURT, 2004), sendo então considerados como potenciais moduladores da fermentação ruminal.

Araújo (2010) em estudo *in vitro* com incubação de dieta de alto concentrado, observou que o óleo essencial da folha da aroeira, diminuiu a produção de gás e reduziu a degradação verdadeira da matéria orgânica, demonstrando propriedades antimicrobianas. Também foi capaz de reduzir a relação C₃:C₄ semelhante à monensina, em comparação ao tratamento controle (sem aditivos), o que pode mostrar seu potencial em alterar a fermentação ruminal.

Dessa maneira, os objetivos desse estudo foram avaliar os efeitos de doses crescentes do óleo essencial da folha da aroeira (*Schinus terebinthifolius*) em dietas com elevado teor de concentrado, comparados à monensina sódica, sobre o ganho de peso, consumo alimentar, eficiência alimentar e características de carcaça de cordeiros.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

3.2.1 Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP – Brasil.

Foram utilizados 44 cordeiros, 16 machos não castrados (12 ½ Dorper x ½ Santa Inês e 4 Santa Inês) e 28 fêmeas (16 ½ Dorper x ½ Santa Inês e 12 Santa Inês), os quais foram confinados em sistema de “tie stall”. Os animais foram vermifugados com Cydectin® (Zoetis, dosagem de 1mL/50Kg de peso corporal) e receberam complexo vitamínico ADE (Vallée, dosagem de 0,5mL em aplicação única), no primeiro dia do experimento.

A ocorrência de coccidiose foi avaliada através de exames de fezes para contagem de oocistos por grama de fezes (OOPG), no início do primeiro e do segundo período experimental.

3.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e onze repetições. Os animais foram agrupados por idade, sexo e grupo genético e os blocos definidos pelo peso no início do experimento.

O experimento teve duração de 56 dias, sendo dividido em dois períodos de 28 dias. Os cordeiros foram pesados após jejum alimentar de 14 horas, nos dias 0, 28 e 56. A cada intervalo de pesagem foi calculado o GMD dos cordeiros, sendo realizada a subtração do peso final e peso inicial dos animais em cada período, dividido por 28 dias.

3.2.3 Tratamentos e Manejo Alimentar

As dietas experimentais (Tabela 1) foram formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” e compostas por 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado (% na MS). Os tratamentos foram definidos pela inclusão de monensina sódica e doses de OE das folhas de aroeira, sendo:

- MON: adição de 8 ppm de monensina sódica;
- 140 OE: adição de 0,140% de OE das folhas de aroeira;
- 280 OE: adição de 0,280% de OE das folhas de aroeira;
- 420 OE: adição de 0,420% de OE das folhas de aroeira.

Tabela 1. Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais, em % da MS.

Ingredientes	Dietas ¹			
	MON	140 OE	280 OE	420 OE
Feno de “coastcross”	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído	72,00	71,86	71,72	71,58
Farelo de soja	14,00	14,00	14,00	14,00
Ureia	0,50	0,50	0,50	0,50
Mistura mineral	1,50	1,50	1,50	1,50
Cloreto de amônia	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário	1,50	1,50	1,50	1,50
OE das folhas de aroeira	0,00	0,14	0,28	0,42
Monensina, ppm	8,00	0,00	0,00	0,00
Composição química²				
MS	87,45	87,33	87,60	87,62
MM	5,40	5,41	5,59	5,71
PB	19,26	18,71	19,11	19,11
FDN	19,05	18,05	18,39	18,61
FDA	7,75	7,40	7,38	7,66
EE	4,67	3,59	3,97	3,86
CNF	51,62	54,24	52,94	52,71
NDT ³	83,46	81,87	82,57	83,21

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140OE: 0,140% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 280OE: 0,280% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 420OE: 0,420% de inclusão de OE das folhas da aroeira. ²MS: matéria seca; MM: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos. ³Valores estimados de Nutrientes Digestíveis Totais – Calculado através da metodologia proposta por Weiss et. al. (1992).

O milho e o feno foram moídos utilizando triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), provido de peneira com crivos de 10 mm. Posteriormente foi adicionado o farelo de soja, ureia, calcário, cloreto de amônio e mistura mineral. Após a adição da monensina sódica ou das doses de OE manualmente em uma pré-mistura, a ração foi homogeneizada utilizando-se misturador horizontal com capacidade de 500 kg (Lucato®, Limeira, São Paulo, Brasil) durante 10 minutos. As rações foram misturadas semanalmente para evitar possíveis alterações do OE e a cada partida uma amostra foi colhida e conservada a -18°C para posterior análise.

As dietas experimentais foram fornecidas diariamente, “*ad libitum*”, através de leituras de cocho, permitindo sobra de aproximadamente 10% da quantidade ofertada no dia anterior, que eram mantidas junto à nova oferta. As sobras eram recolhidas e pesadas uma vez por semana, para determinação do CMS. As sobras foram compostas por tratamento, amostradas (10%) e conservadas a -18°C para posterior análise. A EA foi calculada com base no CMS e no GMD de cada período experimental.

As amostras das rações ofertadas e das sobras foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil), com peneiras com crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação de matéria seca (MS) por meio da secagem das amostras em estufa a 105° C durante 24 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla (Stecno ® 416 – Stecno fornos e equipamentos, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550° C por 4 horas (Association of Official Analytical Chemists – AOAC, 1990). A concentração de nitrogênio foi determinada utilizando o Leco TruMac® (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA, AOAC, 1990). A proteína bruta (PB) foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi realizada de maneira sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et. al. (1991), e a fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado um Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankon Tech. Corp. Fairport, NY, USA). O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1990). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) e no ESALQLab Zootecnia, ambos localizados no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

3.2.4 Caracterização química do óleo essencial das folhas de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*)

Os OE obtidos das folhas da aroeira foram adquiridos como produtos comerciais contendo certificado de origem (Laszlo/Aromalândia, Belo Horizonte-MG).

A identificação dos compostos secundários (Tabela 2) foi feita por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa usando aparelho GC-2010 com detector GCMS – QP 2010 Plus e injetor automático AOC – 5000 (Shimadzu Corporation, JP). Foi utilizada a coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (30m x 0,25mm x 0,25 µm; Restek Corporation, Bellefonte, PA, EUA). O gás de arraste foi o hélio a 1,0 mL/min. Amostras de 1 µL foram injetadas em modo Split com razão de divisão 1:50. As temperaturas foram 240° C no injetor e 280° C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 50° C por 30 min (rampa 1) aumentando 4° C por minuto até atingir 200° C (rampa 2), depois 10° C por minuto até atingir 240° C (rampa 3), 10° C por minuto até atingir 280° C (rampa 4) e 5° C até atingir 290° C (rampa 5) por um período total de corrida de 60 minutos. Antes da injeção o OE foi diluído com hexano na proporção de 1:100. A integração dos picos foi feita por meio do software LabSolutions – GCMS e os compostos foram identificados por comparação com a biblioteca Willey®8 e FFNSC1.3 (AMBROSIO et. al., 2017). A determinação da composição foi realizada no Laboratório de Química e Análise de Alimentos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo.

Tabela 2. Identificação dos compostos secundários presentes no óleo essencial extraído das folhas da aroeira (*Schinus terebinthifolius*).

Composto	Aroeira Folhas
	% relativa
Δ -3-careno	28,68
limoneno	17,52
α -pineno	11,12
α -felandreno	8,31
<i>p</i> -cimeno	6,06
α -elemol	3,89
β -cariofileno	3,52
mirceno	2,95
germacreno D	2,47
sabineno	1,28
Δ -cadineno	1,06
óxido de cariofileno	0,97
β -pineno	0,88
α -terpinoleno	0,79
δ -cadineno	0,73
δ -selineno	0,51
α -bergamoteno	0,48
arvacrol	0,14
Outros	8,64

3.2.5 Características da Carcaça

Ao final de 56 dias de confinamento, dos 44 animais, 31 foram abatidos (4 blocos de machos e 4 blocos de fêmeas), no frigorífico Di Paulo (Jundiaí, São Paulo, Brasil) e o abate seguiu as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA.

A definição dos blocos a serem abatidos foi com base no sexo, priorizando o abate de machos, e também com base na raça sendo abatidos apenas os blocos dos machos e das fêmeas ½ Dorper x ½ Santa Inês. As fêmeas Santa Inês puras presentes no

experimento não foram abatidas, visando à reposição do rebanho da instituição. Um dos machos (Santa Inês puro) não foi abatido, pois foi selecionado como reprodutor para ser comercializado.

Os animais foram submetidos ao abate após jejum de 14 horas. Posteriormente a esfolagem, esvisceração e toalete, as carcaças foram pesadas (PCQ), e resfriadas a 4° C em câmara de refrigeração por 24 horas, quando foram novamente pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). O rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda por resfriamento (PR) foram calculados pelas fórmulas: $RCQ = (PCQ/PCA) \times 100$; $RCF = (PCF/PCA) \times 100$; $PR = [(PCQ - PCF)/PCQ] \times 100$, sendo que PCA = peso corporal ao abate.

A medida da espessura de gordura subcutânea (EGS) foi realizada após 24 horas de resfriamento na secção transversal do *Longissimus dorsi* entre a 12° e 13° vértebras torácicas, com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros (Zaas precision, Digital 6”).

A face exposta do músculo *Longissimus dorsi* foi desenhada em papel vegetal e posteriormente sua área foi mensurada através de um planímetro graduado em cm² para obtenção da área de olho de lombo (AOL). Foi calculada a média aritmética da EGS e AOL de cada carcaça, a partir dos valores mensurados dos lados direito e esquerdo de cada animal.

Na mesma secção transversal entre 12° e 13° vértebras torácicas foi mensurada a espessura da parede corporal (EPC), medida 12,5 cm lateralmente da linha média da coluna vertebral (NOTTER, GREINER, WAHLBERG, 2004), utilizando um paquímetro digital graduado em mm (Zaas precision, Digital 6”). Para análise estatística foi utilizada a média aritmética das duas mensurações obtidas de cada carcaça, sendo uma do lado esquerdo e a outra do lado direito.

Após as carcaças ficarem 24 horas na câmara de resfriamento, uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 15 cm foi retirada da meia carcaça direita de cada animal, armazenadas a -18°C, para posterior determinação da composição química da carne.

3.2.6 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do SAS (2002), e considerado efeito significativo quando $P \leq 0,05$.

Todos os dados analisados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos resíduos. A homogeneidade das variâncias foi conferida a partir do teste de Levene e a retirada dos outliers foi realizada com base nos valores do resíduo studentizado. O conjunto de dados que não respeitou tais premissas estatísticas foram submetidos às transformações logarítmica, inversa ou raiz quadrada.

Para as variáveis GMD, CMS e EA, empregou-se o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + P_k + E_{ij} + (BP)_{ik} + (TP)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral; B_i = efeito de bloco; T_j = efeito do tratamento; P_k = efeito de período experimental; E_{ij} = erro residual A; $(BP)_{ik}$ = interação bloco x período experimental; $(TP)_{jk}$ = interação tratamento x período experimental, e E_{ijk} = erro residual B. Bloco e interação bloco período foram incluídos como efeitos aleatórios. As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz e heterogeneous toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion” (AIC). As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey. Os efeitos de período e interação tratamento x período foram definidos pelo teste F da análise de variância.

Para análise estatística dos parâmetros de carcaça foi utilizado o modelo: $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$, em que μ = média geral; B_i = efeito de bloco; T_j = efeito do tratamento, e E_{ij} = erro residual. Bloco foi incluído como efeito aleatório. As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais componentes no OE das folhas de aroeira foram o Δ -3-careno, limoneno e o α -pineno (Tabela 2). A literatura é escassa de dados quanto aos efeitos desses compostos no desempenho de ruminantes. No entanto, a literatura é abundante em relação ao efeito da monensina no ganho de peso de ruminantes, a qual mostra que esse aditivo é capaz de melhorar o desempenho dos animais (TEDESCHI et al., 2003; DUFFIELD et al., 2012). Neste estudo, os cordeiros submetidos aos tratamentos com OE apresentaram peso corporal similar ($P > 0,05$) aos cordeiros tratados com monensina (Tabela 3). Assim, supomos que o OE das folhas de aroeira foi capaz agir no

desempenho dos animais de maneira semelhante à monensina, pois os tratamentos obtiveram os mesmos resultados quando comparados.

Tabela 3. Desempenho de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³		
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		Trat	Per	Trat*Per
Peso Inicial	21,36	21,37	21,32	21,36	1,05	-	-	-
28d	27,89	28,87	28,71	28,83	1,47	0,42	-	-
56d	35,62	36,11	35,99	36,16	1,91	0,94	-	-
GMD, g	236,20	265,50	262,99	271,92	21,71	0,17	0,50	0,24
CMS, g/dia	904,66	943,27	964,08	952,35	42,22	0,26	<0,01	0,40
EA	0,261	0,281	0,273	0,285	0,01	0,20	<0,01	0,12
COC, oocisto/g	4,56 ^b	17,52 ^a	16,37 ^a	14,43 ^a	3,10	0,02	<0,01	0,06

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE das folhas da aroeira. ²EPM: erro padrão da média. ³Trat: efeito de tratamento; Per: efeito de período; Trat*Per: interação entre tratamento e período. ⁴GMD: ganho médio diário; CMS: consumo de matéria seca médio diário; EA: eficiência alimentar.

Em relação aos compostos químicos presentes em maior concentração no OE utilizado, o Δ -3-careno foi o composto majoritário, cujo efeito no desempenho animal ainda não é bem descrito. Outro composto presente em alta concentração foi o limoneno, o qual vêm sendo utilizado (Vertan®; timol, eugenol, vanilina e limoneno) com resultados promissores em pesquisas. Novilhos alimentados com a mistura de OE apresentaram EA de 0,145; 0,158; 0,154; e 0,130 para o controle, monensina e 2 ou 4 g/dia do produto, respectivamente (BENCHAAAR et al., 2006). Foi verificado efeito quadrático do óleo sobre a EA, sendo 2 g/dia a melhor dose. Logo a dose mais elevada foi prejudicial ao desempenho. Todavia, não é possível afirmar qual o efeito independente do limoneno no desempenho, já que diversos compostos podem atuar em sinergia. O terceiro composto encontrado em alta concentração no OE das folhas de aroeira foi o α -pineno, um estudo realizado por Chaves et al. (2008), utilizando óleo de zimbro (*Juniperus communis*; 35% de α -pineno; 200 mg/kg de MS) observaram aumento no GMD de cordeiros em relação ao controle (217 e 254 g/d para controle e

óleo de zimbro, respectivamente). Mas da mesma forma do limoneno, é difícil a avaliação separadamente dos efeitos de cada composto no desempenho animal.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre tratamento e período para nenhuma das variáveis de desempenho analisadas. As dietas experimentais também não afetaram ($P > 0,05$) o GMD, o CMS e a EA. Porém, o CMS aumentou ($P < 0,01$) ao longo dos períodos (média de $878,47 \pm 39,2$ g/dia no primeiro período e $1003,71 \pm 39,2$ g/dia no segundo período), enquanto que a EA diminuiu ($P < 0,01$; média de $0,29 \pm 0,01$ no primeiro período e $0,25 \pm 0,01$ no segundo período). No entanto, o GMD foi similar entre os períodos experimentais ($P > 0,05$). Esse comportamento é típico dos animais em crescimento, pois este apresenta características alométricas, ou seja, os tecidos possuem taxas de crescimento diferentes, as quais se alteram em fases distintas da vida do animal (BERG & BUTTERFIELD, 1976). A medida que o animal cresce, suas necessidades nutricionais aumentam e para conseguir supri-las os animais aumentam o consumo de alimentos até atingirem a maturidade fisiológica. Na maturidade o crescimento muscular é praticamente nulo, pois a massa muscular atinge seu ponto máximo, em que o ganho de peso é composto apenas de gordura (OWENS et al., 1995), assim a EA diminui.

Muitos OE apresentam cheiro e gosto acentuados, o que pode dificultar a aceitação pelo animal e causar redução no CMS (CALSAMIGLIA et al., 2007). Entretanto, as doses de OE utilizadas não afetaram o CMS nesse experimento, apesar do OE das folhas de aroeira ter apresentado um cheiro proeminente.

Os animais alimentados com o tratamento MON apresentaram menor ($P < 0,05$) infestação por *Eimeria* spp., do que os animais que receberam as doses de OE. Os animais apresentaram maior infestação no primeiro período experimental (média de 70,41 oocistos/g de fezes no primeiro período e 11,36 oocistos/g de fezes no segundo período). Talvez pelo fato de terem entrado no experimento após a desmama, a imunidade dos animais estivesse baixa havendo a contaminação, pois situações que causam estresse, podem prejudicar a resposta imunológica e favorecer a ocorrência da enfermidade (CHARTIER & PARAUD, 2012). A medida que os animais foram ficando mais velhos podem adquirir resistência, já que em animais saudáveis, mantidos em condições de manejo adequadas, a ingestão contínua de oocistos, em pequena quantidade, provoca o desenvolvimento de resposta imunológica protetora, a qual limita a infecção, mas não elimina totalmente (AMARANTE, 2014). Outro fator que pode ter contribuído para a diminuição das infestações dos cordeiros com o passar do tempo, foi o

tipo de piso onde os cordeiros foram mantidos, que era do tipo ripado, o qual é de fácil drenagem e minimiza o contato dos cordeiros com as fezes. Mesmo assim, como a infestação por oocistos foi maior nos tratamentos com OE, é possível que este óleo não tenha efeito sobre este parasita.

Amarante & Barbosa (1992), conduziram um estudo com cordeiros criados em pastagem e observaram que o ápice de eliminação de oocistos, com médias próximas a 100 mil oocistos por gramas de fezes, ocorreu quando os animais apresentavam quatro a oito semanas de vida. Porém, não observaram casos clínicos de coccidiose e, após a oitava semana, houve diminuição na eliminação de oocistos, indicando desenvolvimento de imunidade. No entanto, quando cordeiros da mesma propriedade foram desmamados e confinados, casos clínicos e mortalidade devido à coccidiose foram relatados, sendo que dois animais sacrificados *in extremis* apresentaram contagens de 849.000 e 2.240.000 de oocistos por grama de fezes e lesões esbranquiçadas irregulares de 3 mm a 6 mm de diâmetro no intestino delgado (AMARANTE et al., 1993).

Apesar da infestação nos animais deste estudo, não foram observados casos clínicos de coccidiose. Vale ressaltar que a administração de monensina, lasalocida ou decoquinato, misturados à ração, costuma ser bastante eficiente na prevenção da coccidiose (AMARANTE, 2015).

O peso de abate não diferiu entre os tratamentos ($P = 0,27$), o que pode ter sido consequência do desempenho semelhante entre os tratamentos durante o confinamento dos animais (Tabela 4).

Tabela 4. Peso de abate e características da carcaça de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		
Peso no abate, kg	37,66	39,64	38,35	38,50	1,56	0,27
PCQ, kg	18,59	19,36	19,74	19,53	0,83	0,28
RCQ, %	49,06	48,84	51,53	50,92	0,78	0,06
PCF, kg	17,69	18,94	19,26	19,41	0,83	0,06
RCF, %	47,94 ^b	47,76 ^b	50,29 ^a	50,64 ^a	0,74	0,02
EPC, mm	13,78	15,58	15,71	16,50	0,88	0,07
EGS, mm	1,23	1,16	1,12	1,44	0,16	0,50
AOL, cm ²	12,80	14,15	14,55	14,71	0,64	0,07

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE das folhas da aroeira. ²EPM: Erro padrão da média. ³Efeito de tratamento. Médias com letras minúsculas apresentam diferença pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e letras maiúsculas apresentam tendência em diferir ($0,05 < P \leq 0,10$). ⁴PCQ: peso de carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RCF: rendimento de carcaça fria; EPC: espessura de parede corporal; EGS: espessura de gordura subcutânea; AOL: área de olho de lombo.

O PCQ e o RCQ não foram influenciados ($P > 0,05$) pela adição de monensina sódica e OE na dieta. O PCF também não foi afetado pelos tratamentos, porém os animais dos tratamentos 280 OE e 420 OE apresentaram maior RCF ($P < 0,05$), comparados aos animais alimentados com MON e 140 OE, assim nós inferimos que as altas doses de OE foram capazes de aumentar a disponibilidade de energia da dieta para os animais, aumentando assim o rendimento de carcaça. A média do RCF dos cordeiros foi de 49,16%, dentro do esperado para a espécie ovina que apresenta rendimentos de carcaça que variam de 40 a 50%, sendo este influenciado por fatores intrínsecos e extrínsecos como sexo, idade, nutrição, ambiente, entre outros (YAMAMOTO, 2006).

O desempenho e as características de carcaça são influenciadas diretamente pela composição nutricional da dieta dos animais (GONZAGA NETO et al., 2006). Animais em confinamento, alimentados com elevados níveis de concentrado se desenvolvem rapidamente e atingem o peso de abate precocemente. Segundo Muller (1991), os mercados consumidores estabelecem abates de cordeiros com 28 a 32 kg de peso corporal, para evitar o abate de animais em condições insatisfatórias de

desenvolvimento muscular e acabamento. Silva Sobrinho (2001) relatou que os valores mínimos para uma carcaça de boa qualidade são de 14,3 kg para o PCQ e de 13,8 kg para o PCF. Assim as médias encontradas na carcaça dos animais deste experimento estão acima dos valores sugeridos, pois a média de PCQ foi de 19,31 kg e a de PCF foi de 18,83 kg.

A gordura subcutânea é um componente importante, pois auxilia na maciez da carne e atua como isolante, evitando o resfriamento em excesso da carcaça e sua desidratação (SILVA SOBRINHO et al. 2005). No entanto, ainda não foram determinadas espessuras de gordura de cobertura ideais para ovinos (PILAR et al., 2005) e para evitar fenômenos indesejáveis na carcaça, existe uma espessura de gordura adequada, podendo variar de 2,0 a 5,0 mm (OSÓRIO, 2001). Dados encontrados na literatura apresentam valores que variam de 1,0 a 3,2 mm para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês (MAIA, 2011; POLIZEL, 2013; SOUSA, 2014). A média de EGS dos animais alimentados com os tratamentos experimentais foi de 1,24 mm, o que indica que os animais tiveram deposição de tecido adiposo baixo se levarmos em consideração a dieta com elevado teor de concentrado e o peso dos animais. No entanto, o teor de proteína da dieta também apresentou níveis elevados, o que pode ter influenciado na baixa deposição de gordura, já que o crescimento muscular e a deposição de tecido adiposo têm relação direta com os teores de proteína ingeridos pelo animal.

Os tratamentos não afetaram ($P > 0,05$) a MS, a umidade (UM) e o EE do músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros alimentados com os diferentes tratamentos (Tabela 5). Houve efeito ($P < 0,01$) na PB, em que o tratamento 280 OE apresentou maior porcentagem de PB quando comparado aos tratamentos MON e 140 OE. A carne dos animais alimentados com o tratamento 420 OE apresentou maior porcentagem de MM em relação à carne dos animais alimentados com o tratamento 140 OE.

Tabela 5. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		
MS %	25,72	25,40	25,88	25,90	0,27	0,52
UM %	74,28	74,60	74,12	74,10	0,27	0,52
PB %	23,23 ^b	22,81 ^c	24,25 ^a	23,60 ^{ab}	0,16	<0,01
MM %	1,27 ^{ab}	1,25 ^b	1,26 ^{ab}	1,33 ^a	0,02	0,02
EE %	2,97	2,84	2,62	2,98	0,23	0,66

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE das folhas da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE das folhas da aroeira. ²EPM: erro padrão da média. ³Efeito de tratamento. ⁴MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo.

A raça, o sexo, a dieta, o manejo, a localização do músculo na carcaça entre outros fatores, podem interferir na composição centesimal da carne (MADRUGA et al., 2005). De acordo com Prata (1999) e Souza (2014), a composição centesimal da carne ovina apresenta valores médios de 75,0% de umidade, 19,0% de proteína, 1,5% a 13,0% de gordura, 0,5% a 1,5% de matéria mineral. Nesse estudo os cordeiros alimentados com monensina e doses OE das folhas de aroeira obtiveram médias de 74,27% de UM, 23,47% de PB, 1,28% de MM e 2,85% de EE. Somente a PB apresentou valores acima da média, enquanto que os demais componentes apresentaram valores próximos aos preditos por Prata (1999) e Souza (2014). A literatura é carente em relação a estudos sobre a influência de OE das folhas de aroeira sobre as características de carcaça e composição centesimal da carne de ovinos, tornando necessária a realização de mais estudos para avaliar seus efeitos na nutrição de ruminantes.

3.4 CONCLUSÃO

O desempenho de cordeiros/cordeiras alimentados(as) com dietas contendo 8 ppm de monensina sódica ou doses de OE das folhas de aroeira, foi semelhante. Com relação às características de carcaça, as dietas que continham doses mais altas de OE das folhas de aroeira (280 OE e 420 OE), apresentaram maior RCF comparados aos cordeiros alimentados com dietas contendo monensina. As maiores doses de OE das

folhas de aroeira proporcionaram maiores porcentagens de PB e MM na composição centesimal da carne de cordeiros confinados. Portanto, o OE das folhas de aroeira possui potencial de uso para dietas contendo elevado teor de concentrado, em substituição à monensina na nutrição de cordeiros.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, A. F. T.; BARBOSA, M. A. Species of coccidia occurring in lambs in São Paulo State, Brazil. **Veterinary Parasitology**, v. 41, p. 189-193, 1992.
- AMARANTE, A. F. T.; BARBOSA, M. A.; SEQUEIRA, J. L. Coccidiose em cordeiros em Botucatu – SP, relato de dois casos. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, v. 2, p. 73-74, 1993.
- AMARANTE, A. F. T. **Os parasitas de ovinos**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. cap. 5, p. 139-145.
- AMBROSIO, C. M. S.; ALENCAR, S. M.; SOUSA, R. L. M.; MORENO, A. M.; GLÓRIA, E. M. Antimicrobial activity of several essential oils on pathogenic and beneficial bacteria. *Industrial Crops and Products* (Print), v. 97, p. 128-136, 2017.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, p. 446-475, 2008.
- BENCHAAAR, M. C.; DUYNISVELD, J. L.; CHARMLEY, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 86, n. 1, p. 91-96, 2006.
- BENCHAAAR, M. C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4352-4364, 2006.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Austrália: Sydney University Press. 240 p., 1976.
- CHAVES, A. V. STANFORD, K.; DUNGAN, M. E. R.; GIBSON, L. L.; McALLISTER, T. A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 117, n. 2/3, p. 215-224, 2008.
- COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain and dry matter intake. **Journal of Animal Science**. 90:4583-4592, 2012.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, A. C. D. Características quantitativas de carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1487-1495, 2006.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.91, p.1819-1830, 2013.

MAIA, M. O. **Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, a composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite**. 2011. 140 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

NAGARAJA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed). **The rumen microbial ecosystem**. Faltal Local: Editora, 1997. p. 523-632.

OJEU. Regulation (EC) N° 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L268, p. 29-43, 2003.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Sistemas de avaliação de carcaças no Brasil. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA: Produção de carne no contexto atual: anais 1, Lavras-MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 157-196, 2001.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3152, 1995.

OWENS, F. N., SECRIST, D. S., HILL, W. J., GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 275-286, 1998.

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

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; NUNES, F. M. Rendimento e características quantitativas de carcaça em cordeiros Merino Australiano e cruza Ile de France x Mrino Australiano. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 351-359, 2005.

POLIZEL, D. M. **Inclusão de glicerina bruta em substituição parcial ao milho na dieta de ovinos**. 2013. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentations. **Applied Environmental Microbiology**, v. 55, p. 1-6, 1989.

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

SOUSA, R. A. **Caroço de algodão moído para cordeiros(as) em confinamento**. 2014. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. cap. 13, p. 309-334.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminants diets. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, p. 1591-1602, 2003.

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

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, R. S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, n. 1-2, p. 95-119, 1992.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de resíduos de peixe**. 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

4. Experimento II: Efeito da Utilização de óleo essencial dos frutos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) sobre o desempenho e as características de carcaça de cordeiros.

4.1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo os nutricionistas de ruminantes têm se interessado em modular a competição entre diferentes populações microbianas, com o objetivo de melhorar a eficiência energética e a utilização de proteínas no rúmen. Isto foi possível devido a otimização da formulação das dietas e do uso de aditivos alimentares que modificam o ambiente ruminal e aumentam ou inibem populações microbianas específicas (CALSAMIGLIA et. al., 2006).

Os aditivos mais utilizados na alimentação animal são os antibióticos ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos (NICODEMO, 2001). Por melhorar a eficiência do metabolismo energético e proteico, e diminuir a incidência de distúrbios digestivos, os antibióticos ionóforos são amplamente utilizados como melhoradores de desempenho (BERGEN e BATES, 1984).

No entanto, nos últimos anos, a preocupação pública com o uso rotineiro de antibióticos na nutrição animal aumentou devido ao possível surgimento de microrganismos patogênicos resistentes aos antibióticos, que pode representar um risco à saúde humana (BENCHAAAR et. al., 2008). Com base nisso, o fornecimento de antibióticos ionóforos como aditivos alimentares, foi proibido pela União Européia desde janeiro de 2006 (OJEU, 2003), apesar destes não serem utilizados em tratamentos para humanos. Contudo, esses aditivos ainda podem ser fornecidos com fins terapêuticos aos animais, como por exemplo em casos de coccidiose.

Neste contexto, o interesse em avaliar outras alternativas para modular a fermentação do rúmen têm aumentado, incluindo o uso de leveduras, ácidos orgânicos, extratos de plantas, probióticos e anticorpos (CALSAMIGLIA et. al., 2006).

Os óleos essenciais presentes nos extratos vegetais, são metabólitos secundários que no ambiente, servem como mecanismos de defesa contra a predação por microrganismos, insetos e herbívoros; além de serem responsáveis pelo cheiro, cor e sabor das plantas (COWAN, 1999). São compostos líquidos voláteis, naturais e complexos, formados por plantas aromáticas e, geralmente, obtidos via extração a vapor ou destilação (BAKKALI, 2008).

A utilização desses óleos pode ser uma alternativa para a produção animal, pois estes possuem efeitos antimicrobianos, antifúngico, antiviral, antiparasitário, inseticida, antiprotozoários e antioxidante já observados (COWAN, 1999; BURT, 2004).

Em estudo *in vitro* realizado por Araújo (2010), com incubação de dieta de elevado teor de concentrado, foi possível observar que o óleo essencial do fruto da aroeira foi capaz de manipular a fermentação ruminal, pois apresentou menor relação C₂:C₃, assim como o tratamento com monensina. Atividade antimicrobiana também foi observada, através da diminuição da produção de gás e redução da degradação verdadeira da matéria orgânica.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de doses crescentes do óleo essencial do fruto da aroeira (*Schinus terebinthifolius*) em dietas com elevado teor de concentrado, comparados à monensina sódica, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Animais e instalações experimentais

O presente experimento foi conduzido nas instalações do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP – Brasil.

Foram utilizados 48 cordeiros, 24 machos não castrados (20 $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês e 4 Santa Inês) e 24 fêmeas (24 $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês), os quais foram confinados em sistema de “tie stall”. Os animais foram everminados com Cydectin® (Zoetis, dosagem de 1mL/50Kg de peso corporal) e receberam complexo vitamínico ADE (Vallée, dosagem de 0,5mL em aplicação única), no primeiro dia do experimento.

A ocorrência de coccidiose foi avaliada através de exames de fezes para contagem de oocistos por grama de fezes (OOPG), no início do primeiro e do segundo período experimental.

4.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com quatro tratamentos e doze repetições. Os animais foram agrupados por idade e raça e os blocos definidos pelo peso no início do experimento.

O experimento teve duração de 56 dias, sendo dividido em dois períodos de 28 dias. Os cordeiros foram pesados após jejum alimentar de 14 horas, nos dias 0, 28 e 56. A cada intervalo de pesagem foi calculado o GMD dos cordeiros, sendo realizada a subtração do peso final e peso inicial dos animais em cada período, dividido por 28 dias.

4.2.3 Tratamentos e manejo alimentar

As dietas experimentais (Tabela 6) foram formuladas com o auxílio do programa “Small Ruminant Nutrition System 6.0” e compostas por 10% de volumoso (feno de “coastcross”) e 90% de concentrado (% na MS). Os tratamentos foram definidos pela inclusão de monensina sódica e doses de OE dos frutos de aroeira, sendo:

- MON: adição de 8 ppm de monensina sódica;
- 140 OE: adição de 0,140% de OE dos frutos de aroeira;
- 280 OE: adição de 0,280% de OE dos frutos de aroeira;
- 420 OE: adição de 0,420% de OE dos frutos de aroeira.

Tabela 6. Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais, em % da MS.

Ingredientes	Dietas ¹			
	MON	140 OE	280 OE	420 OE
Feno de “coastcross”	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído	72,00	71,86	71,72	71,58
Farelo de soja	14,00	14,00	14,00	14,00
Ureia	0,50	0,50	0,50	0,50
Mistura mineral	1,50	1,50	1,50	1,50
Cloreto de amônia	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário	1,50	1,50	1,50	1,50
OE dos frutos de aroeira	0,00	0,14	0,28	0,42
Monensina, ppm	8,00	0,00	0,00	0,00
Composição química²				
MS	88,19	87,93	87,92	87,82
MM	6,33	6,49	6,24	6,53
PB	19,02	19,26	19,32	19,25
FDN	18,10	18,39	18,17	18,75
FDA	7,03	6,97	6,93	7,15
EE	4,26	4,30	4,32	4,31
CNF	52,29	51,56	51,95	51,16
NDT ³	80,60	78,15	79,49	79,46

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140OE: 0,140% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 280OE: 0,280% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 420OE: 0,420% de inclusão de OE dos frutos da aroeira. ²MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos.

³Valores estimados de Nutrientes Digestíveis Totais – Calculado através da metodologia proposta por Weiss et. al. (1992).

O milho e o feno foram moídos utilizando triturador (Nogueira® DPM – 4, Itapira, São Paulo, Brasil), provido de peneira com crivos de 10 mm. Posteriormente foi adicionado o farelo de soja, ureia, calcário, cloreto de amônio e mistura mineral. Após a adição da monensina sódica ou das doses de OE manualmente em uma pré-mistura, a ração foi homogeneizada utilizando-se misturador horizontal com capacidade de 500 kg (Lucato®, Limeira, São Paulo, Brasil) durante 10 minutos. As rações foram misturadas semanalmente para evitar possíveis alterações do OE e a cada partida uma amostra foi colhida e conservada a -18°C para posterior análise.

As dietas experimentais foram fornecidas diariamente, “*ad libitum*”, através de leituras de cocho, permitindo sobra de aproximadamente 10% da quantidade ofertada no dia anterior, que eram mantidas junto à nova oferta. As sobras eram recolhidas e pesadas uma vez por semana, para determinação do CMS. As sobras foram compostas por tratamento, amostradas (10%) e conservadas a -18°C para posterior análise. A EA foi calculada com base no CMS e no GMD de cada período experimental.

As amostras das rações ofertadas e das sobras foram processadas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil), com peneiras com crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação de matéria seca (MS) por meio da secagem das amostras em estufa a 105° C durante 24 horas. A matéria mineral (MM) foi determinada através da incineração das amostras em mufla (Stecno ® 416 – Stecno fornos e equipamentos, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550° C por 4 horas (Association of Official Analytical Chemists – AOAC, 1990). A concentração de nitrogênio foi determinada utilizando o Leco TruMac® (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA, AOAC, 1990). A proteína bruta (PB) foi calculada pela multiplicação do nitrogênio total por 6,25. A determinação da fração fibrosa foi realizada de maneira sequencial, utilizando alfa-amilase termoestável e sulfito de sódio para análise de fibra em detergente neutro (FDN), de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et. al. (1991), e a fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Goering e Van Soest (1970), sendo utilizado um Analisador de Fibra Ankon 2000 (Ankon Tech. Corp. Fairport, NY, USA). O teor de extrato etéreo (EE) foi determinado de acordo com a metodologia proposta pela AOAC (1990). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA) e no ESALQLab Zootecnia, ambos localizados no Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP.

4.2.1 Caracterização química do óleo essencial dos frutos de Aroeira (*Schinus terebinthifolius*)

Os OE obtidos dos frutos da aroeira foram adquiridos como produtos comerciais contendo certificado de origem (Laszlo/Aromalândia, Belo Horizonte-MG).

A identificação dos compostos secundários (Tabela 7) foi feita por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa usando aparelho GC-2010 com detector GCMS – QP 2010 Plus e injetor automático AOC – 5000 (Shimadzu Corporation, JP). Foi utilizada a coluna capilar de sílica fundida Rtx-5MS (30m x 0,25mm x 0,25 µm; Restek Corporation, Bellefonte, PA, EUA). O gás de arraste foi o hélio a 1,0 mL/min. Amostras de 1 µL foram injetadas em modo Split com razão de divisão 1:50. As temperaturas foram 240° C no injetor e 280° C no detector. A temperatura inicial da coluna foi de 50° C por 30 min (rampa 1) aumentando 4° C por minuto até atingir 200° C (rampa 2), depois 10° C por minuto até atingir 240° C (rampa 3), 10° C por minuto até atingir 280° C (rampa 4) e 5° C até atingir 290° C (rampa 5) por um período total de corrida de 60 minutos. Antes da injeção o OE foi diluído com hexano na proporção de 1:50. A integração dos picos foi feita por meio do software LabSolutions – GCMS e os compostos foram identificados por comparação com a biblioteca Willey®8 e FFNSC1.3 (AMBROSIO et. al., 2017). A determinação da composição foi realizada no Laboratório de Química e Análise de alimentos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo.

Tabela 7. Identificação dos compostos secundários presentes no óleo essencial extraído dos frutos da aroeira (*Schinus terebinthifolius*).

Composto	Aroeira Frutos
	% relativa
α -pineno	40,36
α -limoneno	13,10
Δ -3-careno	8,32
β -pineno	7,03
<i>p</i> -cimeno	7,01
mirceno	5,60
α -felandreno	3,51
sabineno	2,48
ftalato de dietila	1,98
Δ -cadineno	1,58
β -felandreno	1,45
β -cariofileno	1,35
germacreno D	1,11
terpinen-4-ol	0,62
α -copaeno	0,39
α -terpinoleno	0,34
δ -terpineno	0,28
canfeno	0,16
α -terpineno	0,15
Outros	3,18

4.2.2 Características de carcaça

Ao final de 56 dias de confinamento 32 animais (4 blocos de machos e 4 blocos de fêmeas) foram abatidos. Os animais foram abatidos no frigorífico Di Paulo (Jundiaí, São Paulo, Brasil) e o abate seguiu as normas descritas no Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA.

A definição dos blocos a serem abatidos foi com base no sexo, priorizando o abate de machos, e também com base na raça sendo abatidos apenas os blocos dos

machos e das fêmeas ½ Dorper x ½ Santa Inês. As fêmeas Santa Inês puras presentes no experimento não foram abatidas, visando à reposição do rebanho da instituição.

Os animais foram submetidos ao abate após jejum de 14 horas. Posteriormente a evisceração, esfolagem e toalete, as carcaças foram pesadas (PCQ), e resfriadas a 4° C em câmara de refrigeração por 24 horas, quando foram novamente pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). O rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e perda por resfriamento (PR) foram calculados pelas fórmulas: $RCQ = (PCQ/PCA) \times 100$; $RCF = (PCF/PCA) \times 100$; $PR = [(PCQ - PCF)/PCQ] \times 100$, sendo que PCA = peso corporal ao abate.

A medida da espessura de gordura subcutânea (EGS) foi realizada após 24 horas de resfriamento na secção transversal do *Longissimus dorsi* entre a 12ª e 13ª vértebras torácicas, com o auxílio de um paquímetro digital graduado em milímetros (Zaas precision, Digital 6”).

A face exposta do músculo *Longissimus dorsi* foi desenhada em papel vegetal e posteriormente sua área foi mensurada através de um planímetro graduado em cm² para obtenção da área de olho de lombo (AOL). Foi calculada a média aritmética da EGS e AOL de cada carcaça, a partir dos valores mensurados dos lados direito e esquerdo de cada animal.

Na mesma secção transversal entre 12ª e 13ª vértebras torácicas foi mensurada a espessura da parede corporal (EPC), medida 12,5 cm lateralmente da linha média da coluna vertebral (NOTTER, GREINER, WAHLBERG, 2004), utilizando um paquímetro digital graduado em mm (Zaas precision, Digital 6”). Para análise estatística foi utilizada a média aritmética das duas mensurações obtidas de cada carcaça, sendo uma do lado esquerdo e a outra do lado direito.

Após as carcaças ficarem 24 horas na câmara de resfriamento, uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* de aproximadamente 15 cm foi retirada da meia carcaça direita de cada animal, armazenadas a -18°C, para posterior determinação da composição química da carne.

4.2.3 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Procedimento MIXED do SAS (2002), e considerado efeito significativo quando $P \leq 0,05$.

Todos os dados analisados foram submetidos ao teste de Shapiro Wilk para verificar a normalidade dos resíduos. A homogeneidade das variâncias foi conferida a partir do teste de Levene e a retirada dos outliers foi realizada com base nos valores do resíduo studentizado. O conjunto de dados que não respeitou tais premissas estatísticas foram submetidos às transformações logarítmica, inversa ou raiz quadrada.

Para as variáveis GMD, CMS e EA, empregou-se o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + B_i + T_j + P_k + E_{ij} + (BP)_{ik} + (TP)_{jk} + E_{ijk}$, onde μ = média geral; B_i = efeito de bloco; T_j = efeito do tratamento; P_k = efeito de período experimental; E_{ij} = erro residual A; $(BP)_{ik}$ = interação bloco x período experimental; $(TP)_{jk}$ = interação tratamento x período experimental, e E_{ijk} = erro residual B. Bloco e interação bloco período foram incluídos como efeitos aleatórios. As matrizes de covariância “compound symmetry, heterogeneous compound symmetry, autoregressive, heterogeneous autoregressive, unstructured, banded, variance components, toeplitz e heterogeneous toeplitz” foram testadas e definidas de acordo com o menor valor obtido para “Akaike’s Information Criterion” (AIC). As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey. Os efeitos de período e interação tratamento x período foram definidos pelo teste F da análise de variância.

Para análise estatística dos parâmetros de carcaça foi utilizado o modelo: $Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$, em que μ = média geral; B_i = efeito de bloco; T_j = efeito do tratamento, e E_{ij} = erro residual. Bloco foi incluído como efeito aleatório. As médias dos tratamentos foram obtidas pelo comando LSMEANS. Os conjuntos de dados foram avaliados por meio do teste de Tukey.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há pouca informação sobre os efeitos do OE dos frutos de aroeira no desempenho dos ruminantes, diferentemente da monensina, cuja literatura mostra que esse aditivo é capaz de melhorar a eficiência alimentar. Neste trabalho, o desempenho dos cordeiros, recebendo doses de OE ou monensina como aditivo, foi semelhante ($P > 0,05$; Tabela 8), assim inferimos que os tratamentos manipularam o desempenho dos animais de forma semelhante.

Tabela 8. Desempenho de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³		
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		Trat	Per	Trat *Per
Peso Inicial	21,66	21,68	21,71	21,49	0,88	0,88	-	-
28d	29,47	29,22	29,59	29,49	1,15	0,97	-	-
56d	36,67	36,97	35,16	35,72	1,58	0,40	-	-
GMD, g/dia	273,51	271,06	260,86	269,94	22,96	0,95	0,02	0,08
CMS, g/dia	1018,86	988,03	987,25	970,36	46,63	0,59	<0,01	0,36
EA	0,268	0,274	0,264	0,278	0,02	0,88	<0,01	0,24
COC, oocistos/g	0,79	1,92	1,16	1,32	0,35	0,16	<0,01	0,57

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE dos frutos da aroeira. ²EPM: Erro padrão da média. ³Trat: efeito de tratamento; Per: efeito de período; Trat*Per: interação entre tratamento e período. ⁴GMD: ganho médio diário; CMS: consumo médio diário; EA: eficiência alimentar; COC: coccidiose.

Os compostos de maior concentração encontrados no OE dos frutos de aroeira foram o α -pineno e o α -limoneno (Tabela 7), no entanto há poucos estudos que testam seus efeitos no desempenho animal. Um estudo com óleo de zimbro (*Juniperus communis*) que continha 35% de α -pineno (200 mg/kg de MS), observou aumento no GMD de cordeiros (217 e 254 g/d para controle e óleo de zimbro, respectivamente) (CHAVES et al., 2008). Todavia, de acordo com Estell et al. (1998) o α -pineno pode reduzir o CMS. O produto comercial Vertan® à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno, vêm sendo utilizado em algumas pesquisas (BENCHAAAR et al., 2006), porém como compostos secundários de OE podem atuar em sinergia, não se pode relatar o efeito isolado do limoneno no desempenho.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre tratamento e período para as variáveis GMD ($P = 0,08$), CMS ($P = 0,36$), EA ($P = 0,24$) e COC ($P = 0,57$). Os tratamentos também não afetaram ($P > 0,05$) as variáveis de desempenho analisadas. Entretanto, os animais apresentaram maior ($P < 0,01$) GMD no primeiro período do experimento, sendo observada diminuição do GMD no último período (média de $278,80 \pm 18,81$ g/dia no primeiro período e $258,89 \pm 18,81$ g/dia no segundo período), a qual pode ser explicada pela curva de crescimento animal, onde os tecidos possuem taxas de

crescimento diferentes, as quais apresentam alterações de acordo com a fase de vida do animal (BERG & BUTTERFIELD, 1976). Dessa maneira, a medida que o animal atinge a idade adulta e adquire maturidade fisiológica o crescimento muscular diminui, passando a depositar maior proporção de tecido adiposo (OWENS et al., 1995), ocasionando menor ganho de peso. O CMS aumentou ($P < 0,01$; média de $904,37 \pm 42,13$ no primeiro período e $1077,88 \pm 42,13$ no segundo período), enquanto que a EA diminuiu ($P < 0,01$; média de $0,30 \pm 0,01$ no primeiro período e $0,23 \pm 0,01$ no segundo período) ao longo dos períodos experimentais. Da mesma forma que o GMD, o CMS e a EA também são afetados pelos estágios de crescimento dos animais, que passam a consumir uma maior quantidade de alimento durante seu crescimento para suprir as necessidades nutricionais elevando o CMS, e na medida que o animal alcança a maturidade o consumo vai diminuindo, o ganho de massa muscular diminui e o ganho de tecido adiposo aumenta, causando redução na EA.

O OE dos frutos de aroeira apresentou odor forte, mas as doses utilizadas não afetaram o CMS corroborando com os resultados do OE das folhas de aroeira utilizado no primeiro experimento. No entanto, é importante ressaltar que OE podem causar problemas de aceitabilidade, reduzindo o CMS (CALSAMIGLIA et al., 2007).

A coccidiose (oocistos/g de fezes) foi maior no último período do experimento, porém a infestação apresentou valores baixos (médias de 2,33 oocistos/ g de fezes no primeiro período e 5,60 oocistos/g de fezes no segundo período). De acordo com Amarante (2015) dois fatores podem desencadear a ocorrência da coccidiose clínica, os quais são a ingestão massiva de oocistos esporulados em ambiente com elevada contaminação e/ou multiplicação intensa dos parasitas no hospedeiro, devido à redução na resistência do animal. A manutenção de animais confinados ou em pastagem superlotada, com acúmulo de fezes e umidade, favorece a contaminação massiva do ambiente e, em consequência, expõe os animais a alta taxa de infecção, podendo levar à casos clínicos da enfermidade. Os animais acometidos apresentam diarreia aquosa e fétida e nos exames de fezes são observados milhares de oocistos, dificultando a quantificação destes em câmara McMaster (AMARANTE, 2015). Embora os animais deste experimento tenham apresentado infecção por *Eimeria ssp.*, devido as condições de manejo e instalações adequadas em que os animais foram mantidos, nenhum animal foi diagnosticado com sinais clínicos.

As inclusões de monensina sódica e de OE dos frutos de aroeira apresentaram resultados similares ($P > 0,05$) sobre os parâmetros de carcaça avaliados (Tabela 9). A

falta de efeito nas características de carcaça pode ser justificada pelo desempenho semelhante entre os tratamentos durante o confinamento, o que causou o mesmo peso de abate entre os cordeiros.

Tabela 9. Peso de abate e características da carcaça de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P ³
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		
Peso no abate, kg	38,80	36,85	38,02	37,84	1,94	0,76
PCQ, kg	19,30	18,87	18,67	18,64	0,97	0,84
RCQ, %	49,77	51,48	49,03	49,50	0,80	0,90
PCF, kg	18,77	18,31	18,12	18,12	0,95	0,82
RCF, %	48,41	49,69	47,66	48,05	0,79	0,88
EPC, mm	12,48	13,78	13,35	14,41	1,06	0,60
EGS, mm	1,71	1,64	1,52	1,65	0,21	0,78
AOL, cm ²	13,40	13,93	13,69	12,80	0,79	0,67

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE dos frutos da aroeira. ²EPM: Erro padrão da média. ³Efeito de tratamento. ⁴PCQ: peso de carcaça quente; RCQ: rendimento de carcaça quente; PCF: peso de carcaça fria; RCF: rendimento de carcaça fria; EPC: espessura de parede corporal; EGS: espessura de gordura subcutânea; AOL: área de olho de lombo.

De acordo com Silva Sobrinho (2001), os valores mínimos para caracterização de carcaças de boa qualidade são de 14,3 kg para o PCQ e de 13,8 kg para o PCF. A média obtida para o PCQ e PCF nesse experimento foi de 18,87 kg e 18,33 kg, respectivamente. Assim, as médias encontradas nesse experimento estão acima dos valores mínimos sugeridos para carcaças de boa qualidade (SILVA SOBRINHO 2001). Isso foi reflexo da terminação de cordeiros em confinamento com o fornecimento de dietas ricas em energia, o que proporcionou a produção de cordeiros com peso de abate em menor tempo. O peso de abate dos cordeiros nesse experimento foi superior ao peso de abate comumente observado no mercado brasileiro, que normalmente varia de 28 a 32 kg de peso corporal. Essa faixa de peso evita condições insatisfatórias de desenvolvimento muscular e acabamento, aliado com o abate de cordeiros jovens (MÜLLER, 1991). Entretanto, o sistema de criação intensivo de cordeiros possibilita o

abate de cordeiros mais pesados (em torno de 50 kg de peso de abate), sem rejeição do mercado por se tratar de cordeiros jovens, como ocorre nos EUA.

Em ovinos ainda não foram determinadas espessuras de gordura de cobertura ideais (PILAR et al., 2005). Segundo Osório & Osório (2001), para evitar o encurtamento pelo frio nas carcaças, existe uma espessura de gordura adequada. Normalmente, recomenda-se espessuras de gordura de 2,0 a 5,0 mm para cordeiros (OSÓRIO & OSÓRIO, 2001), no entanto, a porcentagem de gordura na carcaça geralmente é afetada pela idade, genótipo, sexo, raça, nutrição, tempo de alimentação, entre outros fatores. Nesse experimento, a espessura de gordura média (1,63 mm) pode ser considerada baixa em relação aos valores citados por Osório & Osório (2001), todavia, valores vistos na literatura para cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês variam de 1,0 a 3,2 mm (MAIA, 2011; POLIZEL, 2013; SOUSA, 2014). O teor de proteína da dieta também pode influenciar a deposição de gordura na carcaça, uma vez que os níveis de proteína ingeridos pelos animais podem levar a uma maior ou menor proporção de gordura na carcaça, ou seja, animais submetidos a dietas com elevados níveis de proteína tendem a depositar mais massa muscular e menos tecido adiposo. Assim, como a dieta fornecida aos animais neste experimento apresentou teores de proteína elevados, é possível que a deposição de gordura subcutânea tenha sido menor.

Na tabela 10 é possível observar que os tratamentos experimentais não afetaram ($P > 0,05$) os teores de MS, UM, PB e EE do músculo *Longissimus dorsi* dos cordeiros terminados em confinamento.

Tabela 10. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com as dietas experimentais.

Item ⁴	Dietas ¹				EPM ²	Valor de P
	MON	140 OE	280 OE	420 OE		
MS %	25,71	25,80	25,59	25,65	0,23	0,91
Umidade %	74,39	74,20	74,41	74,35	0,23	0,91
PB %	23,64	23,60	23,60	23,42	0,24	0,90
MM %	1,31 ^a	1,30 ^{ab}	1,23 ^c	1,24 ^{bc}	0,02	<0,01
EE %	2,26	2,13	2,36	2,47	0,19	0,63

¹MON: dieta contendo 8 mg/kg de MS de monensina sódica; 140 OE: 0,140% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 280 OE: 0,280% de inclusão de OE dos frutos da aroeira; 420 OE: 0,420% de inclusão de OE dos frutos da aroeira. ²EPM: erro padrão da média. ³Efeito de tratamento. ⁴MS: matéria seca; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo.

A porcentagem de MM na carne dos animais do tratamento MON foi maior quando comparada à carne dos animais do tratamento 280 OE e 420 OE. A composição centesimal da carne pode sofrer a influência de vários aspectos como a condição sexual, raça, idade e peso ao abate, nutrição, estratégia de manejo e outros (GUERRERO et al., 2013). De acordo com Prata (1999) e Souza (2014), a composição centesimal da carne ovina apresenta valores médios de 75,0% de umidade, 19,0% de proteína, 1,5% a 13% de lipídeos e 0,5% a 1,5% de minerais. A carne dos cordeiros do presente estudo apresentou valores médios de 74,34% de UM, 23,56% de PB, 1,27% de MM e 2,31% de EE. Portanto, os valores obtidos estão de acordo com o esperado, com exceção da proteína que apresentou valores acima da média. Inexplicavelmente, o valor de MM para o tratamento 280 OE foi significativamente menor quando comparado ao tratamento MON. Ainda não são encontrados relatos que demonstrem os efeitos de OE dos frutos de aroeira sobre as características de carcaça e composição centesimal da carne de ovinos, sendo necessário o desenvolvimento de mais estudos para avaliar esses aspectos.

4.3 CONCLUSÃO

O desempenho e as características de carcaça de cordeiros/cordeiras alimentados (as) com dietas contendo doses de OE dos frutos de aroeira foi semelhante àquele

apresentado pelos animais que receberam o tratamento com monensina. O OE dos frutos de aroeira pode ser utilizado como um substituto à monensina em dietas para cordeiros alimentados com dietas contendo elevado teor de concentrado, desde que não sejam expostos à coccidiose, uma vez que o OE parece não ser efetivo no combate à esta enfermidade.

REFERÊNCIAS

- AMARANTE, A. F. T. **Os parasitas de ovinos**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2015. cap. 5, p. 139-145.
- AMBROSIO, C. M. S.; ALENCAR, S. M.; SOUSA, R. L. M.; MORENO, A. M.; GLÓRIA, E. M. Antimicrobial activity of several essential oils on pathogenic and beneficial bacteria. *Industrial Crops and Products* (Print), v. 97, p. 128-136, 2017.
- ARAÚJO, R.C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro* de produção de gás**. 2010. 178 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – a review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; McALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, n. 1/4, p. 209-228, 2008.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Austrália: Sydney University Press. 240 p., 1976.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal Animal Science**, v. 58, p. 1465-1483, 1984.
- BONAGURIO, S. et al. Composição centesimal de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2001. p.175.
- 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.

CALSAMIGLIA, S. L.; CASTILLEJOS, L.; BUSQUET, M. 2006. **Alternatives to antimicrobial growth promoters in cattle**. Pages 129–167 In: Garnsworthy, P. C.; Wiseman J. (eds) Recent Advances in Animal Nutrition. University Press Nottingham, Nottingham, p. 129-167, 2006.

CHAVES, A. V. STANFORD, K.; DUNGAN, M. E. R.; GIBSON, L. L.; McALLISTER, T. A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 117, n. 2/3, p. 215-224, 2008.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

ESTELL, R. E.; FREDRICKSON, E. L.; TELLEZ, M. R.; HAVSTAD, K. M.; SHUPE, W. L.; ANDERSON, D. M.; REMMENG, M. D. Effects of volatile compounds on consumption of alfalfa pellets by sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 1, p. 228-233, 1998.

GUERRERO, A.; VALERO, M. V.; CAMPO, M. M.; SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 335-347, 2013.

MAIA, M. O. **Efeito da adição de diferentes fontes de óleo vegetal na dieta de ovinos sobre o desempenho, a composição e o perfil de ácidos graxos na carne e no leite**. 2011. 140 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

MÜLLER, L. Tipificação de carcaças bovinas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 3-11, 1991.

NICODEMO, M.L.F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA gado de corte, 2001.

OJEU. Regulation (EC) N° 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L268, p. 29-43, 2003.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Sistemas de avaliação de carcaças no Brasil. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA: Produção de carne no contexto atual: anais 1, Lavras-MG. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 157-196, 2001.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 10, p. 3152, 1995.

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

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; NUNES, F. M. Rendimento e características quantitativas de carcaça em cordeiros Merino Australiano e cruza Ile de France x Mrino Australiano. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 351-359, 2005.

POLIZEL, D. M. **Inclusão de glicerina bruta em substituição parcial ao milho na dieta de ovinos**. 2013. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SAINZ, R. D. Avaliação de carcaças e cortes comerciais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE - SINCORTE, 1, 2000, João Pessoa-PB. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 237-150.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, p. 425-446, 2001.

SOUSA, R. A. **Caroço de algodão moído para cordeiros(as) em confinamento**. 2014. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das doses dos óleos essenciais das folhas e dos frutos de aroeira apresentaram resultados semelhantes no desempenho e nas características de carcaça quando comparados à dose de monensina utilizada nos experimentos conduzidos, demonstrando potencial do uso desses óleos na nutrição de cordeiros recebendo dietas com elevado teor de concentrado em confinamento.

Como foi observado nos experimentos, apesar do forte odor apresentado, os óleos não prejudicaram o consumo de matéria seca dos animais e nem o ganho médio diário. Portanto, é possível afirmar que a inclusão dos óleos essenciais não prejudica o desempenho de cordeiros. No entanto, os animais que receberam as dietas com óleos essenciais apresentaram maior infestação por *Eimeria ssp.*, e apesar de não terem apresentado sinais clínicos que pudessem comprometer o desempenho dos animais. Nesse sentido, a utilização desses óleos essenciais como substituto de aditivos com capacidade coccidiostática em situações de maiores riscos de contaminação com coccidiose deve ser bem avaliado. De forma geral, faz-se necessário novos estudos para avaliar os efeitos dos OE sobre a coccidiose.

Os óleos essenciais também apresentaram em sua composição química uma gama de componentes em diferentes proporções, o que dificulta a identificação dos efeitos desses compostos na nutrição de ruminantes. Dessa maneira, estudos que mostrem os efeitos isolados desses compostos no ambiente ruminal se fazem necessários, para que assim possamos compreender com mais clareza quais os impactos no desempenho dos animais.