

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

JENNIFER MAYARA GASPARINA

CONTROLE DA COCCIDIOSE, DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARCAÇA DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEOS FUNCIONAIS

PONTA GROSSA

2021

JENNIFER MAYARA GASPARINA

CONTROLE DA COCCIDIOSE, DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARCAÇA DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEOS FUNCIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Zootecnia pela
Universidade Estadual de Ponta Grossa. Área
de Produção Animal.

Orientadora: Prof. Dra. Raquel Abdallah da
Rocha

PONTA GROSSA

2021

G249

Gasparina, Jennifer Mayara

Controle da coccidiose, desempenho e qualidade de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo óleos funcionais/ Jennifer Mayara Gasparina. Ponta Grossa, 2021.
52p.; il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração – Produção animal). Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel Abdallah da Rocha

1. Aditivos. 2. Extrato de planta. 3. Ovinocultura. 4. Parasitas. I. Rocha, Raquel Abdallah da (Orient.). II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Zootecnia III. T.

CDD : 636.3

Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos– CRB9/986



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

JENNIFER MAYARA GASPARINA

“CONTROLE DA COCCIDIOSE, DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARÇA DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEOS FUNCIONAIS”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ponta Grossa, 23 de Abril de 2021.

Profa. Dra. Raquel Abdallah da Rocha – (UEPG)
Presidente

Profa. Dra. Patrizia Ana Bricarello (UFSC)
Membro Externo

Profa. Dra. Fabiana Alves de Almeida - (UEPG)
Membro Interno

Profa. Dra. Adriana de Souza Martins – (UEPG)
Suplente



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 26/04/2021, às 16:01, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana de Souza Martins, Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**, em 27/05/2021, às 23:11, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Raquel Abdallah da Rocha Oliveira, Professor(a)**, em 28/05/2021, às 00:32, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Alves de Almeida, Professor(a)**, em 28/05/2021, às 15:11, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0446991** e o código CRC **33110236**.

Aos meus pais, *Noemio e Ivete*, por todo amor, carinho, educação, valores e incentivo. E por sempre me guiarem para me tornar quem sou.

Os meus *avós* por serem exemplos de dedicação e não me deixarem desistir.

A minha família *Raquel, Rodrigo, Polyanna e Manuela* que me acolheram com imenso carinho, por todo amor, incentivo e por me proporcionarem aprendizados inestimáveis.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela formação profissional.

A Profa. Dr.^a Raquel Abdallah da Rocha pela orientação, ensinamentos, conselhos, amizade, confiança e exemplo de ser humano com toda sua dedicação, atos e palavras.

A Lidiane Fonseca por todas as valiosas contribuições e incentivo durante minha vida acadêmica.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia e funcionários da Fazenda Escola que contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu amigo Sérgio por todo apoio, conhecimento compartilhado e oportunidades que me proporcionou.

Aos colegas do Laboratório de Parasitologia Animal (LAPAR Animal) pelo auxílio durante o período experimental.

Ao Prof. Dr. Leandro Lipinski e laboratoristas, por disponibilizar o laboratório para a realização de análises.

Ao Prof. Dr. Juliano pelo auxílio nas avaliações de carcaça e análises estatística.

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

A todos que me apoiaram ao longo desta jornada.

A vocês,

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

O uso intensivo de anti-helmínticos e coccidiostáticos com o objetivo de reduzir os impactos econômicos causados pelos parasitas gastrintestinais em ovinos tem levado à preocupação com a resistência parasitária. Além disso, há exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis, livre de resíduos. Portanto, isso tem levado os pesquisadores a buscar novas alternativas como possíveis substitutos aos tratamentos químicos. O estudo teve como objetivo avaliar a inclusão do óleo funcional na dieta de cordeiros confinados como possível substituto da monensina sódica no controle de coccidioses, assim como seu efeito sobre o desempenho e características de carcaça. Para avaliação parasitológica e de desempenho foram utilizados 34 cordeiros distribuídos em três grupos: óleo funcional (OF) (n=12); controle (CONT) (n=12) e monensina sódica (MON) (n=10). Porém, para as avaliações histológicas e de características de carcaça apenas 14 animais foram avaliados (cinco do grupo OF, quatro do CONT e cinco do MON). Foi realizada contagens de ovos por grama de fezes (OPG) e oocisto por grama de fezes (oOPG). Assim como, amostras de sangue para determinar volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), albumina, globulina, eosinófilo e leucócito. Foi determinado peso de carcaça quente (PCQ) rendimento de carcaça quente (RCQ), índice de compactidade de carcaça e perna. Os rendimentos dos cortes também foram realizados, as dimensões do músculo *Longíssimus dorsi* e composição centesimal da 12ª costela. As amostras de fezes, sangue e pesagem foram realizadas nos dias 0, 14, 28, 41 e 55 dias de experimento. Houve diferença na contagem de ovos por grama de fezes de oocistos (oOPG) no dia 14. Neste dia, o OF apresentou maior contagem quando comparado com os demais ($P<0,05$). No dia 28 este mesmo grupo apresentou maior contagem de oOPG de todo o período experimental (827 ± 267 oOPG). Para peso corporal no dia 28, 41 e 55 os animais que receberam OF apresentaram o menor peso, $19,75\pm 2,50$, $23,77\pm 2,48$ e $27,05\pm 3,06$, respectivamente. Os diferentes tratamentos não alteraram os valores de volume globular, proteína plasmática total e globulina. A contagem de eosinófilo ($9,02\pm 0,66$) e leucócito ($8991\pm 0,18$) foi menor para o grupo MON. Já nas amostras de intestinos, todos os grupos apresentaram um desprendimento de epitélio, hiperplasia das criptas e das células caliciformes, indicando um processo inflamatório acentuado. O peso de abate não apresentou diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos, assim como os dados referentes as características de carcaça. O consumo de matéria seca foi semelhante entre os grupos ($P>0,05$). O rendimento dos cortes não foi influenciado pela inclusão do OF e nem de MON. As dimensões do músculo *Longíssimus dorsi* foram as mesmas para todos os grupos. Em relação a proporção (%) de osso, músculo e gordura, os animais que receberam OF apresentaram maior proporção de músculo ($P<0,05$). Durante o estudo foi possível observar que o grupo MON apresentou maior eficácia no controle da coccidiose quando comparado com o grupo de OF. A alta prevalência de oOPG ($P<0,05$) no OF reduziu o desempenho dos animais. Em relação as características de carcaça, a ausência da influência dos aditivos pode estar relacionada com a dieta oferecida, que possivelmente padronizou o acabamento de carcaça. Os estudos com óleos funcionais ainda são inconsistentes na literatura e mais trabalhos *in vivo* precisam ser realizados para compreender o seu efeito.

Palavras-chave: aditivos, extrato de planta, ovinocultura, parasitas

ABSTRACT

The intensive use of anthelmintic and coccidiostats in order to reduce the impacts caused by gastrointestinal parasites in sheep has led to concerns about parasitic resistance. In addition, there is a demand from consumers for healthier food, free of residues. Therefore, this has led researchers to look for new alternatives as possible substitutes for chemical treatments. The study aimed to evaluate the inclusion of functional oil in the diet of confined lambs as a possible substitute for sodium monensin in the control of coccidiosis, as well as its effect on performance and carcass characteristics. For parasitological and performance evaluation, 34 lambs were used, distributed in three groups: functional oil (OF) (n = 12); control (CONT) (n = 12) and sodium monensin (MON) (n = 10). However, for histological and carcass characteristics evaluations, only 14 animals were evaluated (five from the OF group, four from CONT and five from MON). Egg counts per gram of feces (OPG) and oocysts per gram of feces (oOPG) were performed. As well as, blood samples to determine globular volume (VG), total plasma protein (PPT), albumin, globulin, eosinophil and leukocyte. Hot carcass weight (PCQ), hot carcass yield (RCQ), carcass and leg compactness index were determined. The yields of the cuts were also performed, the dimensions of the *Longissimus dorsi* muscle and the proximate composition of the 12th rib. Stool, blood and weighing samples were performed on days 0, 14, 28, 41 and 55 days of the experiment. There was a difference in the egg count per gram of oocyst feces (oOPG) on day 14. On this day, the OF showed a higher count when compared to the others ($P < 0.05$). On the 28th, this same group had the highest oOPG count for the entire experimental period (827 ± 267 oOPG). For body weight on day 28, 41 and 55 the animals that received OF had the lowest weight, 19.75 ± 2.50 , 23.77 ± 2.48 and 27.05 ± 3.06 , respectively. The different treatments did not alter the values of globular volume, total plasma protein and globulin. The eosinophil count (9.02 ± 0.66) and leukocyte (8991 ± 0.18) was lower for the MON group. In the intestine samples, all groups presented an epithelium shedding, crypt hyperplasia and goblet cells, indicating a marked inflammatory process. The slaughter weight showed no difference ($P > 0.05$) between treatments, as well as the data regarding carcass characteristics. The consumption of dry matter was similar between groups ($P > 0.05$). The cut yield was not influenced by the inclusion of OF or MON. The dimensions of the *Longissimus dorsi* muscle were the same for all groups. Regarding the proportion (%) of bone, muscle and fat, the animals that received OF presented a higher proportion of muscle ($P < 0.05$). During the study it was possible to observe that the MON group was more effective in controlling coccidiosis when compared to the OF group. The high prevalence of oOPG ($P < 0.05$) in OF reduced the animals' performance. Regarding carcass characteristics, the absence of the influence of additives may be related to the diet offered, which possibly standardized the carcass finish. Studies with functional oils are still inconsistent in the literature and more work in vivo needs to be carried out to understand its effect.

Key words: additive, plant extract, parasites, sheep farming

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Molécula do ácido ricinoléico com pontos de reação: (1) grupo carboxila, (2) dupla ligação e (3) hidroxila.....	16
Figura 2 – Principais constituintes do líquido da castanha do caju (LCC) 2-metil-cardol, ácido anacárdico, cardanol e cardol	17
Figura 3 – Mecanismo de ação suposto para os óleos funcionais na célula bacteriana	18
Figura 4 – Contagem de oocistos por grama de fezes (oOPG) em cordeiros, criados em sistemas confinados suplementados com dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON).....	34
Figura 5 – Peso corporal (kg) dos cordeiros criados em sistemas confinados suplementados com dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON). Asterisco (*) representa diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos nos diferentes dias de coleta	35
Figura 6 – Duodeno com achatamento e junção dos vilos com grau discreto dos cordeiros do grupo controle (A) e duodeno com achatamento e junção dos vilos grau moderado dos cordeiros do grupo suplementado com monensina sódica (B).....	37
Figura 7 – Jejuno com achatamento e junção dos vilos grau moderado dos cordeiros do grupo suplementado com monensina sódica (A) e com achatamento e junção dos vilos grau acentuado dos cordeiros dos grupos controle (B) e suplementados com óleo funcional (C)...	37
Figura 8 – Cortes realizados na meia carcaça esquerda de cordeiros Ile de France para avaliação de carcaça	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporção de ingredientes (g/kg MS) e composição química das dietas experimentais ofertadas à cordeiros das raças Ile de France e Texel mantidos em confinamento	31
Tabela 2 – Ganho médio diário (g/dia) de cordeiros recebendo dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)	35
Tabela 3 – Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), albumina, globulina, eosinófilos e leucócitos de cordeiros alimentados com dieta contendo óleo funcional (OF), controle (CONT) e monensina sódica (MON).....	36
Tabela 4 – Ingredientes (g/kg MS) e composição química da silagem e concentrado ofertados aos cordeiros das raças Ile de France e Texel mantidos em confinamento	45
Tabela 5 – Peso ao abate (kg), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), índice de compactidade de carcaça (ICC) e índice de compactidade de perna (ICP) óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)	47
Tabela 6 – Rendimento dos cortes de cordeiros recebendo a inclusão de óleo funcional (OF), sem inclusão de aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)	48
Tabela 7 – Média $\pm$ erro padrão das dimensões do lombo e características da 12 ^o costela de cordeiros recebendo dieta contendo OF (óleo funcional), CONT (controle) e MON (monensina sódica)	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGCC – Ácidos graxos de cadeia curta
AGVs – Ácidos graxos voláteis
Alb – Albumina
AOL – Área de olho de lombo
ATP – Adenosina trifosfato
CEUA – Comissão de ética no uso de animais
CIC – Comprimento interno da carcaça
CMS – Consumo de matéria seca
CONT – Controle
CP – Comprimento de perna
EE – Extrato etéreo
Eos – Eosinófilo
FDA – Fibra solúvel em detergente ácido
FDN – Fibra solúvel em detergente neutro
Glob – Globulina
GMD – Ganho médio diário
HE – Hematoxilina Eosina
ICC – Índice compacidade de carcaça
ICP – Índice de compacidade de perna
IL – Ile de France
LCC – Líquido da casca da castanha do caju
Leu – Leucócito
MM – Matéria mineral
MON – Monensina sódica
MS – Matéria seca
OF – Óleo Funcional
oOPG – Oocistos por grama de fezes
OPG – Ovos por grama de fezes
PB – Proteína bruta
PCQ – Peso de carcaça quente
pH – Potencial hidrogeniônico
PP – Perímetro de perna

PPT – Proteína Plasmática Total

PT – Profundidade de tórax

PV – Peso vivo

RCQ – Rendimento de carcaça quente

Tx – Texel

UR – Umidade relativa

SUMÁRIO

1 PARASITAS GASTROINTESTINAIS NA OVINOCULTURA E USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	14
1.1 IMPACTO DA COCCIDIOSE EM OVINOS	14
1.2 ÓLEO FUNCIONAL COMO ADITIVO ALIMENTAR.....	15
1.3 ÓLEO DE MAMONA	16
1.4 ÓLEO DE CAJU	17
1.5 MODO DE AÇÃO DOS ÓLEOS FUNCIONAIS E ESSENCIAS	17
1.6 EFEITO DOS ÓLEOS FUNCIONAIS NO METABOLISMO RUMINAL	19
1.7 CONTROLE DE PARASITAS ATRAVÉS DO USO DE EXTRATOS DE PLANTAS	21
REFERÊNCIAS	23
2 INCLUSÃO DE ÓLEO FUNCIONAL E MONENSINA SÓDICA NA DIETA DE CORDEIROS EM SISTEMA CONFINADO NO CONTROLE DE COCCIDIOSE E DESEMPENHO ANIMAL	29
2.1 INTRODUÇÃO.....	29
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.2.1. Local do Experimento	30
2.2.2 Delineamento e Protocolo Experimental	30
2.2.3 Dieta Experimental.....	31
2.2.4 Amostras da Dieta e Análises Químicas	32
2.2.5 Análises Parasitológicas.....	32
2.2.6 Exames Hematológicos.....	32
2.2.7 Análise Histológica	33
2.2.8 Análise Estatística	33
2.3 RESULTADOS	33
2.3.1 Análises Parasitológicas.....	33
2.3.2 Desempenho Animal.....	35
2.3.3 Exames Hematológicos.....	36
2.3.4 Análises Histológicas.....	37
2.4 DISCUSSÃO.....	38

REFERÊNCIAS	40
3 EFEITO DO ÓLEO FUNCIONAL E MONENSINA SÓDICA NAS CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO	43
3.1 INTRODUÇÃO	43
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.2.1 Local do Experimento	44
3.2.2 Animais, Alimentação e Manejo.....	44
3.2.3 Amostragem Dieta e Análises Químicas.....	45
3.2.4 Avaliações de Carcaça	45
3.2.5 Análises Química 12 ^a costela	46
3.2.6 Análise Estatística	47
3.3 RESULTADOS	47
3.4 DISCUSSÃO.....	49
REFERÊNCIAS	51

1 PARASITAS GASTROINTESTINAIS NA OVINOCULTURA E USO DE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

1.1 IMPACTO DA COCCIDIOSE EM OVINOS

A coccidiose é uma infecção causada por protozoários do gênero *Eimeria* que se desenvolvem no intestino delgado e grosso. Existem várias espécies de *Eimeria* que parasitam ruminantes, porém não há infecções cruzadas (MCDUGALD, 1979). Os ovinos abrigam suas próprias espécies de *Eimeria*, sendo parasitados por pelo menos de 11-15 espécies, sendo *E. ovinoidalis* e *E. crandallis* as mais patogênicas (CHARTIER; PARAUD, 2012).

Em sistemas intensivos de criação devida a alta densidade animal a coccidiose pode se tornar um problema de grande importância econômica, acometendo principalmente cordeiros de 3 a 5 meses (FOREYT, 1990). As perdas podem estar relacionadas a coccidiose clínica caracterizada por diarreia, desidratação, perda de apetite e morte dos animais (KOUDELA; BOKOVÁ, 1998) ou comprometimento do desempenho dos animais mesmo na forma subclínica, pois as invasões nas vilosidades intestinais pelos oocistos causam danos na mucosa intestinal e afetam a absorção de nutrientes (JUNKUSZEW et al., 2015).

Em ovinos, após um período pré patente de 12 a 20 dias, os animais excretam os oocistos nas fezes e contaminam o meio ambiente (ANDREWS, 2013). Em condições ideais de temperatura, umidade e oxigênio, os oocistos se tornam infectantes e podem ser ingeridos pelo hospedeiro através de alimento e água contaminada (CHARTIER; PARAUD, 2012).

A profilaxia através da inclusão de compostos ionóforos na alimentação é um dos métodos utilizados no controle de coccidiose. Os ionóforos mais utilizados como profiláticos são: amprólio, lasalocida sódica, salinomicida e monensina sódica (NOACK; CHAPMAN; SELZER, 2019). No entanto, o uso frequente destas drogas aumenta a probabilidade de seleção cepas resistentes (CHAPMAN, 1984). As más condições de higiene aumentam o risco de infecção. Portanto, melhoria na qualidade da cama, higienização dos bebedouros e cochos de alimentação devem ser utilizadas como medidas de controle da coccidiose (CHARTIER; PARAUD, 2012).

Contudo, o uso de antibióticos na alimentação animal tem sido cada vez mais criticada pela sociedade devido à possibilidade do surgimento de microrganismos resistentes (MIE et al., 2017). Em 2003, apoiada pelo princípio de saúde pública e da probabilidade do aparecimento de resistência bacteriana aos antibióticos utilizados na saúde humana, a União Europeia

suspendeu o uso ionóforos antibióticos na dieta dos animais a partir do ano de 2006 (EUROPEAN COMMISSION, 2003).

Neste contexto, pesquisas em busca de alternativas a fim de minimizar o uso de antibióticos na alimentação animal têm sido desenvolvidas (ACAMOVIC; BROOKER, 2005). O uso de aditivos oriundos de compostos vegetais se mostra promissor, tendo como vantagem o baixo risco de aparecimento de resistência microbiana (ATHANASIADOU; GITHIORI; KYRIAZAKIS, 2007).

1.2 ÓLEO FUNCIONAL COMO ADITIVO ALIMENTAR

Os óleos funcionais (óleos essenciais e outros óleos) são um dos produtos naturais pesquisados como possíveis substitutos dos ionóforos na alimentação animal. Os óleos funcionais são os óleos que, além das propriedades energéticas, apresentam função anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana, e/ou outras funções (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014).

Os óleos são metabólitos secundários oriundos das plantas que podem estar presentes nas raízes, folhas, flores, pétalas, sementes, caules e frutos (GOUNARIS, 2010). Os óleos possuem em sua composição química compostos ativos como os terpenoides, que são resultantes da condensação do isopreno e são classificados de acordo com o número de unidades de isopreno em sua estrutura. Por exemplo: hemiterpenos (uma unidade), monoterpenos (duas unidades), sesquiterpenos (três unidades) e diterpenos (quatro unidades) (FALEIRO, 2011).

Os mais encontrados nos óleos essenciais são monoterpenos ($C_{10}H_{16}$) e sesquiterpenos ($C_{15}H_{24}$) (ZUZARTE; SALGUEIRO, 2015). Ainda podem conter estruturas lineares ou ramificadas de álcoois, éteres, aldeídos e cetonas responsáveis por suas características (MOGHADDAM; MEHDIZADEH, 2017). Os fenilpropanoides são compostos por uma cadeia de três carbonos ligados a um composto aromático de benzeno (ZUZARTE; SALGUEIRO, 2015). Normalmente os fenilpropanoides são fenóis ou éteres fenólicos (MOGHADDAM; MEHDIZADEH, 2017).

Existem óleos que são funcionais, mas não são essenciais por não serem derivados de essências ou especiarias (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014). Como exemplo de óleos funcionais e não essenciais temos o óleo de rícino ou óleo de mamona (*Ricinus communis*) e o óleo da casca da castanha do caju (líquido da casca da castanha do caju – LCC). Estes são exemplos que têm sido estudados na dieta de ruminantes como possíveis substitutos aos aditivos

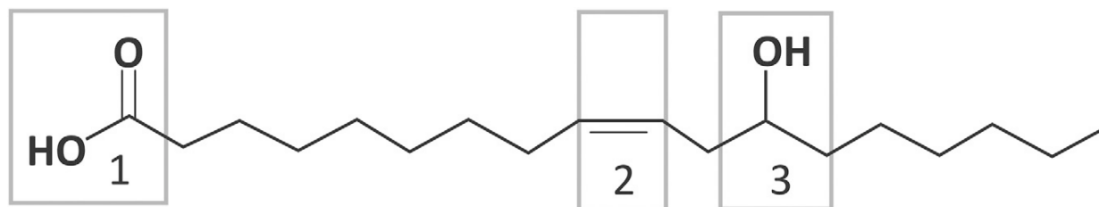
antibióticos, por terem funções semelhantes a estes (MAZZETTO; LOMONACO; MELE, 2009; VAISMAN; SHIKANOV; DOMB, 2008).

1.3 ÓLEO DE MAMONA

O óleo de mamona é extraído das sementes da planta da mamona, uma oleaginosa da família das Euforbiáceas. O ácido ricinoléico compreende 90% dos ácidos graxos presentes (GANDRA et al., 2012), o restante é formado pelos ácidos linoleico (4,2%), oleico (3,0%), esteárico (1%), palmítico (1%), ácido dihidroxiestárico (0,7%), ácido linolênico (0,3%) e eicosanóico (0,3%) (OGUNNIYI, 2006).

O óleo de mamona possui propriedades físicas e químicas. As propriedades químicas estão relacionadas aos três grupos funcionais: carboxila no primeiro carbono; pontos de insaturação que podem ser trocados por hidrogenação e grupo hidroxila que pode ser removido por desidratação e aumentar a insaturação do composto formando um óleo semi-seco. Devido sua estrutura (Figura 1) tem sido amplamente utilizado como material de partida para fabricar outros produtos (OGUNNIYI, 2006).

Figura 1 - Molécula do ácido ricinoléico com pontos de reação: (1) grupo carboxila, (2) dupla ligação e (3) hidroxila



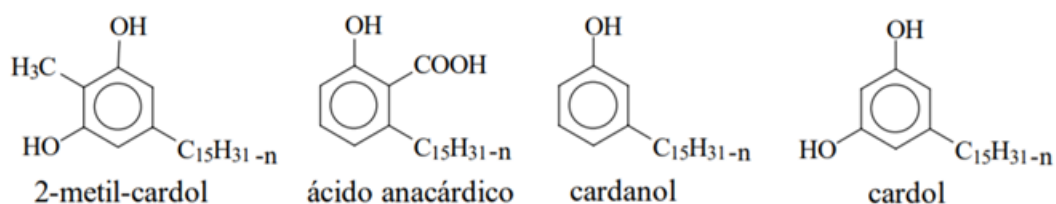
Fonte: Adaptado por Mutlu e Meier (2010).

O óleo de rícino combinado com outros óleos funcionais pode manipular a fermentação ruminal através da modulação da microbiota ruminal, podendo ser uma alternativa para substituição dos ionóforos. Ramos Morales *et al.* (2012) relataram uma redução no acetato e aumento no propionato, na digestão ruminal, em ovinos suplementados com ácido ricinoléico. Jesus *et al.* (2016) avaliando a suplementação de monensina sódica e óleo funcional em vacas leiteiras observaram um aumento na proporção de propionato ruminal quando comparado com controle (sem aditivo).

1.4 ÓLEO DE CAJU

O LCC é um subproduto obtido da castanha do caju *Anacardium occidentale L.* constituído por ácido anacárdico, cardanol, cardol e 2-metilcardol (MAZZETTO; LOMONACO; MELE, 2009) (Figura 2). O LCC natural é composto por ácidos graxos, sendo de 71,7 a 82,0% corresponde de ácido anacárdico, de 13,8 a 20,1% de cardol e de 1,6 a 9,2% de cardanol. Durante a extração das amêndoas a temperatura pode alcançar 190 °C, consequentemente o ácido anacárdico sofre descarboxilação e é convertido a cardanol, tendo como resultado o LCC técnico com uma composição de 1,09 a 1,75% para ácido anacárdico, de 3,80 a 18,86% para o ácido cardol e 67,82 a 94,60% para o ácido cardanol (MAZZETTO; LOMONACO; MELE, 2009).

Figura 2 – Principais constituintes do líquido da castanha do caju (LCC) 2-metil-cardol, ácido anacárdico, cardanol e cardol



Fonte: Adaptado por Mazzetto; Lomonaco; Mele (2009)

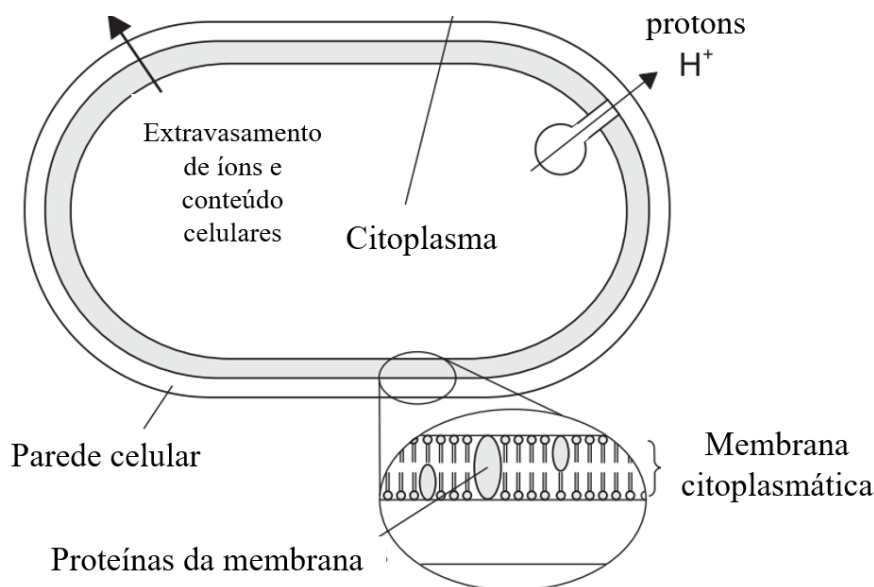
1.5 MODO DE AÇÃO DOS ÓLEOS FUNCIONAIS E ESSENCIAS

O modo de ação dos óleos funcionais não pode ser atribuído a um mecanismo específico, devido ao grande número de compostos químicos presentes nos mesmos (CARSON; MEE; RILEY, 2002; SKANDAMIS; NYCHAS, 2001). A característica hidrofóbica dos óleos permite a ligação com os lipídios da membrana celular e mitocôndrias, alterando a estrutura e tornando-as mais permeáveis (SIKKEMA; BONTT; POOLMAN, 1994), podendo ocorrer extravasamento de íons e conteúdos celulares (CARSON; MEE; RILEY, 2002; SKANDAMIS; NYCHAS, 2001), degradação da parede celular (THOROSKI; BLANK; BILIADERIS, 1989), danos à membrana citoplasmática (SIKKEMA; BONTT; POOLMAN, 1994) e nas proteínas da membrana (JUVEN et al., 1994) e coagulação do citoplasma (GUSTAFSON et al., 1998) (Figura 3).

O modo de ação e atividade antimicrobiana dos óleos estão relacionadas com a estrutura química. A presença do grupo hidroxila (-OH) nos compostos fenólicos permitem a interação com água através de pontes de hidrogênio se tornando ativo contra microorganismos

(DORMAN; DEANS, 2000). A posição do grupo hidroxila parece não influenciar na atividade antibacteriana, mas a hidroxila nos compostos aromáticos apresentam melhor efeito inibitório (ULTEE et al., 2002). Assim como, a presença do radical metil ($-\text{CH}_3$) ou do acetato (CH_3COO) também afetam as propriedades antibacterianas dos óleos (BURT, 2004).

Figura 3 – Mecanismo de ação suposto para os óleos funcionais na célula bacteriana



Fonte: Adaptado por Burt (2004).

Porém, a ação dos óleos está ligada a uma das características mais importantes: a hidrofobicidade que altera a permeabilidade da membrana causando extravasamento de constituintes celulares (DORMAN; DEANS, 2000). Lambert et al. (2013) avaliando modo de ação do óleo essencial de orégano, composto principalmente por timol e carvacrol observou que o mesmo são permeabilizadores de membrana, pois causam extravasamento de prótons, fosfato e potássio. O carvacrol possui mecanismo de ação semelhante aos ionóforos e tem sido um dos terpenos mais estudados. Pois é capaz de separar ácidos graxos da membrana celular alterando sua estrutura física aumentando a fluidez e permeabilidade (ULTEE et al., 2002)

A ação dos óleos na membrana celular também compromete a produção de ATP (TURGIS et al., 2009) que ocorre tanto na parede celular quanto no citosol, através da glicólise. A célula bacteriana pode tolerar certa perda de íons do conteúdo celular, mas o acionamento da bomba prótons impulsionada pela ATPase para manter o equilíbrio eletroquímico (FALEIRO, 2011) ou a diminuição de ATP intracelular por hidrólise devido a perda de fosfato inorgânico da membrana (TURGIS et al., 2009) comprometendo o crescimento levando a uma diminuição

da população bacteriana no rúmen. Esta alteração no equilíbrio intracelular prejudica os processos de conversão, processamento de nutrientes, síntese de macromoléculas e secreção de enzimas necessárias para o crescimento dos microrganismos (FALEIRO, 2011).

Na literatura observa-se que os óleos são mais ativos contra as bactérias gram-positivas (BURT, 2004), pois as bactérias gram-negativas possuem duas membranas externas ao redor da parede celular, impedindo a difusão dos compostos hidrofóbicos com os lipossacarídeos (BENCHAAIR et al., 2008). Porém, alguns compostos como o carvacrol e timol por apresentarem baixo peso molecular interagem com água via pontes de hidrogênio. E por meio da difusão penetram na parede externa através dos lipossacarídeos ou proteínas de membrana atingindo a parede celular interna das bactérias gram-negativa (GRIFFIN et al., 1999).

As substâncias ativas presentes no óleo essencial de alho possuem a capacidade de inibir a síntese de RNA, DNA e proteínas celulares (FELDBERG et al., 1988). Sendo o principal mecanismo antimicrobiano, a capacidade de interagir com grupos sulfidril (-SH) de outros compostos ativos (REUTER et al., 1996). Além de sua ação na redução da produção de metano (CH₄), através da ação direta na metanogênese, diminuindo a população *Archaea* por inibição da enzima 3-hidroxi-3-metil-glutaril coenzima A redutase (HMG-CoA) (BUSQUET et al., 2005).

Alguns componentes presentes nos óleos podem afetar a síntese de proteínas, aumentando as proteínas do estresse ou proteínas de choque térmico “heat shock proteins” (HSPs) (FALEIRO, 2011). A ação dos componentes dos óleos na membrana afeta a liberação de prótons, caso isso ultrapasse a capacidade de tamponamento, o pH intracelular começa a diminuir (TURGIS et al., 2009) comprometendo as funções celulares vitais como, transcrição do DNA, síntese de proteína e atividade enzimática (IWAMI et al., 2002). Várias funções dos óleos foram descritas em outras pesquisas, como: ação antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, inseticida, antiprotozoários e antioxidante (BURT, 2004), porém com mecanismos de ação ainda hipotéticos.

1.6 EFEITO DOS ÓLEOS FUNCIONAIS NO METABOLISMO RUMINAL

Os animais ruminantes possuem uma relação simbiótica com os microrganismos ruminais, fornecendo condições ideais para a fermentação dos alimentos, tendo como resultado a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), sendo os mais importantes acetato, propionato e butirato (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991), e a produção de proteína microbiana e os gases, CH₄, NH₃ e CO₂.

Durante o processo de fermentação microbiana ocorrem perdas de proteína na forma de NH_3 (CALSAMIGLIA et al., 2007) e a produção de CH_4 pode ser responsável de 8 a 12% de perda de energia digestível ingerida pelo animal, podendo limitar o desempenho animal e liberar gases para o meio ambiente (TADESSE, 2014). A fermentação ruminal pode ser modificada e ser mais eficiente, através da produção de ácido propiônico, redução da metanogênese e da desaminação de proteínas (RODRIGUES et al., 2007).

A redução na proporção de acetato:propionato torna o rúmen mais eficiente energeticamente, pois a rota de produção de propionato não libera H^+ e a formação de acetato e butirato produz H_2 que pode ser usado pelas Archaea metanogênicas para formar CH_4 (WANG et al., 2018). O uso de hidrogênio para formação de propionato reduz a produção de CH_4 (JANSSEN; KIRS, 2008). Mudanças na dieta e inclusão de leveduras, ácidos orgânicos, extratos de planta, entre outros, podem modular a fermentação ruminal e a população de microrganismos do rúmen, consequentemente, os produtos finais da fermentação podem ser modificados (JOUANY; MORGAVI, 2007).

Os óleos são capazes de manipular a fermentação ruminal e alterar a população microbiana do rúmen (BENCHAAAR et al., 2008; CALSAMIGLIA et al., 2007). Trabalhos realizados *in vitro* mostram a capacidade dos óleos em alterar a fermentação ruminal, principalmente seu efeito na concentração de AGCC (BUSQUET et al., 2005; CASTILLEJOS et al., 2007). Contudo, altas doses têm inibido a fermentação ruminal evidenciada pela queda na concentração de AGCC ou degradação de substrato (CARDOZO et al., 2005).

Os óleos podem ser solubilizados no fluido ruminal e parte do produto pode ser perdido por volatilização, processos de ruminação e eructação. O pH do ambiente ruminal pode modular o efeito dos óleos (CALSAMIGLIA et al., 2007). Em pH ácido, as moléculas dos óleos tendem a não dissociarem e interagem mais facilmente com os lipídeos de membrana dos microrganismos. Esta potencialização dos óleos em meio ácido pode levar a uma redução na produção de AGCC. Em estudo *in vitro*, Cardozo et al., (2005) observou que em pH 5,5 a relação acetato propionato foi reduzida pela pimenta, cinamaldeído, yucca, orégano e alho.

Em experimento avaliando o efeito do óleo essencial (eugenol e cinamaldeído) na dieta de vacas da raça Holandesa sobre a fermentação ruminal, a produção de AGCC não foi alterada (TEKIPPE et al., 2013). Benciaar *et al.* (2010) analisando a suplementação com 750 mg/dia de uma mistura de óleos essenciais comercial (Crina[®]) composto por timol, eugenol, vanilina e limoneno, inclusos em silagem de milho e silagem de alfafa, observaram aumento na concentração de AGCC nas vacas alimentadas com silagem de alfafa e uma redução quando alimentadas com silagem de milho.

Segundo Castillejos *et al.* (2005) a inclusão de 5 mg/dia de Crina[®] aumentou a concentração de AGCC *in vitro*. Em estudo *in vivo*, em machos Holandeses, com mistura comercial (Biostar[®]), extrato composto por três plantas: *Cynara cardunculus subesp. scolymus*, *Eleutherococcus senticosus*, e *Trigonella foenum graceum*, apresentou aumento na concentração de propionato e redução na relação acetato:propionato (DEVANT; ANGLADA; BACH, 2007). Assim como óleo de zimbro e o cinamaldeído aumentou numericamente a concentração de propionato no rúmen em ovinos (CHAVES *et al.*, 2008).

Evans e Martin (2000) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de timol (50, 100, 200 e 400 mg/L) na fermentação *in vitro*. A concentração de CH₄ não foi alterada nas concentrações de 50, 100 e 200 mg/L de timol. Porém, na concentração de 400 mg/L a concentração de CH₄ reduziu em 94%. *In vitro* a inclusão de óleo de anis, cravo e tomilho branco diminuíram a produção de CH₄ em 32, 37 e 76%, respectivamente (GÜNAL; PINSKI; ABUGHAZALEH, 2017).

Os óleos podem reduzir a quantidade de bactérias produtoras de NH₃, reduzindo a taxa de desaminação (MCINTOSH *et al.*, 2003). A adição de 100 mg/dia de Crina[®] avaliados *in vitro* em fluido ruminal de ovinos apresentou redução de 24% na taxa de desaminação (NEWBOLD *et al.*, 2004). McIntosh *et al.* (2003) observaram uma redução de 9% na taxa de desaminação *in vitro* em cultura de fluido ruminal de vacas. Por outro lado, Benchaar *et al.* (2010) e Castillejos *et al.* (2005) não encontraram efeito dos óleos sobre a concentração ruminal de NH₃.

É importante considerar que os óleos não possuem efeitos padrões e os resultados são ainda inconsistentes, devido as diferenças nas estruturas químicas e na composição das substâncias influenciando na atividade microbiana (BENCHAAAR *et al.*, 2006). As avaliações realizadas *in vitro* em altas doses pode diminuir a atividade microbiana e fermentação ruminal *in vivo* (BUSQUET *et al.*, 2006). A dose média utilizada em ruminantes foi de 0,1 g/kg de MS da dieta (KHIAOSA-ARD; ZEBELI, 2013), enquanto *in vivo* foi de 4,5 g/kg de MS (KLEVENHUSEN *et al.*, 2012).

1.7 CONTROLE DE PARASITAS ATRAVÉS DO USO DE EXTRATOS DE PLANTAS

Tanto os óleos funcionais quanto os essenciais possuem atividade anti-parasitária e podem ser utilizados como uma alternativa no controle de nematódeos gastrintestinais e protozoários (JITVIRIYANON *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2014). De acordo com Boyom Fekam *et al.* (2003) os óleos possuem ação anticoccidianas devido sua capacidade hidrofóbica.

Se difundem na membrana celular do parasita aumentando a permeabilidade e causando a degradação da membrana. Consequentemente, ocorre a liberação de polissacarídeos, proteínas, metabólitos e enzimas levando a morte celular (ALLEN; LYDON; DANFORTH, 1997; REMMAL et al., 2011).

Muitos estudos *in vitro* tem reportado a eficiência dos extratos naturais de plantas no tratamento da coccidiose. Remmal et al. (2013) avaliando a capacidade do isopulegol, carvacrol, carvone, eugenol, cineol, cinamaldeído, carveol e timol na destruição de oocistos de *Eimeria in vitro* observou que o número de oocistos diminuiu após o tratamento. Em trabalho conduzido *in vitro* para avaliar a atividade anticoccidiana de óleos essenciais, observou que a *Boesenbergia pandurata* (Gengibre chinês) e *Ocimum basilicum* L. (Manjerição) inibiram a esporulação dos oocistos em 54,55% e 46,87%, respectivamente (JITVIRIYANON et al., 2016). A suplementação com ácido anacárdico e LCC natural tem apresentado efeito sobre a redução de lesões de ceco de frangos infectados experimentalmente com *Eimeria tenella*, mostrando que podem atuar como agente anti-inflamatório, reduzindo pontos de lesões, porém não impediu a produção de oocistos no ceco (TOYOMIZU et al., 2003).

Outra ação que pode estar relacionada com redução da carga parasitária é o efeito que os óleos possuem de paralisar os músculos do esôfago das larvas de primeiro estágio, inibindo a alimentação (ÁLVAREZ-SÁNCHEZ et al., 2005). Assim, podem inibir ou atrasar a saída da larva da bainha reduzindo o estabelecimento e contribuindo para redução da carga parasitária (KATIKI et al., 2011).

Alguns compostos presentes nos óleos possuem a capacidade de interferir nas enzimas excretadas pelos parasitadas envolvidas nas vias metabólicas que são essenciais nas funções dos nematódeos (HOSTE et al., 2006). Algumas dessas enzimas podem estar envolvidas na degradação da casca dos ovos, durante a eclosão das larvas (MOLAN; FARAJ, 2010), inibindo o desenvolvimento embrionário (MACEDO et al., 2011). O efeito dos óleos sobre a redução da contagem de ovos por grama de fezes (OPG) (MACEDO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2014) também pode estar relacionado com alterações no sistema reprodutor das larvas e reduzindo a produção de ovos (HOSTE et al., 2006).

Macedo et al. (2010) observaram uma redução de 76,6% na contagem de OPG utilizando limoneno na dose de 500 mg/kg de peso vivo (PV). Já Squires et al. (2010) encontraram uma diminuição de 94% utilizando uma dose de 600 mg/kg PV, do mesmo óleo. Macedo et al. (2019) avaliando o efeito do óleo de capim limão (*Cymbopogon citratus*) sobre os nematódeos gastrintestinais de ovinos, encontraram redução de 83,1% na carga parasitária

de vermes adultos. A inclusão de 283 mg/kg de óleo essencial de *Lippia siloides* na dieta de ovelhas apresentou uma eficácia de 56,9% (CAMURÇA-VASCONCELOS et al., 2008).

Apesar de se encontrar estudos na literatura sobre a capacidade anti-helmíntica dos óleos funcionais, muitos resultados positivos são baseados em estudos *in vitro*. Sendo necessário mais estudos sobre os componentes que compõe cada óleo, para esclarecer e entender o modo de ação dos mesmos. Importante considerar que os óleos não são substâncias padronizadas e podem apresentar variação na concentração.

REFERÊNCIAS

ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 03, p. 403–412, 2005.

ALLEN, P. C.; LYDON, J.; DANFORTH, H. D. Effects of Components of *Artemisia annua* on Coccidia Infections in Chickens. **Poultry Science**, v. 76, n. 8, p. 1156–1163, 1997.

ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, M. A. et al. The larval feeding inhibition assay for the diagnosis of nematode anthelmintic resistance. **Experimental Parasitology**, v. 110, n. 1, p. 56–61, 2005.

ANDREWS, A. H. Some aspects of coccidiosis in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 110, n. 2–3, p. 93–95, 2013.

ATHANASIADOU, S.; GITHIORI, J.; KYRIAZAKIS, I. Medicinal plants for helminth parasite control: Facts and fiction. **Animal**, v. 1, n. 9, p. 1392–1400, 2007.

BENCHAAAR, C. et al. 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, n. 11, p. 4352–4364, 2006.

BENCHAAAR, C. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1–4, p. 209–228, 2008.

BENCHAAAR, C. et al. Effects of Essential Oils on Digestion, Ruminal Fermentation, Rumen Microbial Populations, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows Fed Alfalfa Silage or Corn Silage. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 2, p. 886–897, 2010.

BOYOM, F. F. et al. Composition and anti-plasmodial activities of essential oils from some Cameroonian medicinal plants. **Phytochemistry**, v. 64, n. 7, p. 1269–1275, 2003.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 22, n. 3, p. 201–206, 2004.

BUSQUET, M. et al. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 7, p. 2508–2516, 2005.

BUSQUET, M. et al. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. **Journal of**

Dairy Science, v. 89, n. 2, p. 761–771, 2006.

CALSAMIGLIA, S. et al. Invited Review : Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2580–2595, 2007.

CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; BLANCH, M. Anise and capsicum as alternatives to monensin to modify rumen fermentation in beef heifers fed a high concentrate diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 409–417, 2008.

CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F. et al. Anthelmintic activity of Lippia sidoides essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 154, n. 1–2, p. 167–170, 2008.

CARDOZO, P. W. et al. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 11, p. 2572–2579, 2005.

CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanism of Action of Melaleuca alternifolia (Tea Tree) Oil on Staphylococcus aureus Determined by Time-Kill , Lysis , Leakage , and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, n. 6, p. 1914–1920, 2002.

CASTILLEJOS, L. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, n. 1–2, p. 29–41, 2005.

CASTILLEJOS, L. et al. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, n. 3–4, p. 186–201, 2007.

CHAPMAN, H. D. Drug resistance in avian coccidia (a review). **Veterinary Parasitology**, v. 15, n. 1, p. 11–27, 1984.

CHARTIER, C.; PARAUD, C. Coccidiosis due to Eimeria in sheep and goats, a review. **Small Ruminant Research**, v. 103, n. 1, p. 84–92, 2012.

CHAVES, A. V et al. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Production Science**, v. 117, n. 2–3, p. 215–224, 2008.

DEVANT, M.; ANGLADA, A.; BACH, A. Effects of plant extract supplementation on rumen fermentation and metabolism in young Holstein bulls consuming high levels of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 137, n. 1–2, p. 46–57, 2007.

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

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the council on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Communities**, v. 268, n. 1831, p. 29–43, 2003.

EVANS, J. D.; MARTIN, S. A. Effects of Thymol on Ruminal Microorganisms. **Current Microbiology**, v. 41, p. 336–340, 2000.

FALEIRO, M. L. The mode of antibacterial action of essential oils. In: **Science against microbial pathogens: communicating current research and technological advances**. [s.l: s.n.], p. 1143–1156.

FELDBERG, R. S. et al. In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 32, n. 12, p. 1763–1768, 1988.

FOREYT, W. J. Coccidiosis and cryptosporidiosis in sheep and goats. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, v. 6, n. 3, p. 655–670, 1990.

GANDRA, J. R. et al. Addition of increasing doses of ricinoleic acid from castor oil (*Ricinus communis* L .) in diets of Nellore steers in feedlots. **Journal of Animal Science and Feed Sciences**, v. 21, n. 4, p. 566–576, 2012.

GOUNARIS, Y. Biotechnology for the production of essential oils, flavours and volatile isolates. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 5, p. 367–386, 2010.

GRIFFIN, S. G. et al. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, n. 5, p. 322–332, 1999.

GÜNAL, M.; PINSKI, B.; ABUGHAZALEH, A. A. Evaluating the effects of essential oils on methane production and fermentation under in vitro conditions. **Italian Journal of Animal Science**, v. 16, n. 3, p. 500–506, 2017.

GUSTAFSON, J. E. et al. Effects of tea tree oil on *Escherichia coli*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 80, p. 194–198, 1998.

HOSTE, H. et al. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. **Trends in Parasitology**, v. 22, n. 6, p. 253–261, 2006.

IWAMI, Y. et al. Intracellular and extracellular pHs of *Streptococcus mutans* after addition of acids: loading and efflux of a fluorescent pH indicator in streptococcal cells. **Oral Microbiology Immunology**, v. 17, n. 4, p. 239–244, 2002.

JANSSEN, P. H.; KIRS, M. Structure of the Archaeal Community of the Rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 74, n. 12, p. 3619–3625, 2008.

JESUS, E. F. et al. Influence of a blend of functional oils or monensin on nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation and milk production of dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 219, p. 59–67, 2016.

JITVIRIYANON, S. et al. In vitro study of anticoccidial activity of essential oils from indigenous plants against *Eimeria tenella*. **Veterinary Parasitology**, v. 228, n. 6, p. 96–102, 2016.

JOUANY, J.; MORGAVI, D. P. Use of ‘natural’ products as alternatives to antibiotic feed

additives in ruminant production. **Animal**, v. 10, n. 1, p. 1443–1466, 2007.

JUNKUSZEW, A. et al. Effect of various antiparasitic treatments on lamb growth and mortality. **Small Ruminant Research**, v. 123, n. 2–3, p. 306–313, 2015.

JUVEN, B. J. et al. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 76, n. 6, p. 626–631, 1994.

KATIKI, L. M. et al. Anthelmintic activity of *Cymbopogon martinii*, *Cymbopogon schoenanthus* and *Mentha piperita* essential oils evaluated in four different in vitro tests. **Veterinary Parasitology**, v. 183, n. 1–2, p. 103–108, 2011.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Ruminants, 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.

KLEVENHUSEN, F. et al. A meta-analysis of effects of chemical composition of incubated diet and bioactive compounds on in vitro ruminal fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1–4, p. 61–69, 2012.

KOUDELA, B.; BOKOVÁ, A. Coccidiosis in goats in the Czech Republic. **Veterinary Parasitology**, v. 76, n. 4, p. 261–267, 1998.

LAMBERT, R. J. W. et al. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, p. 453–462, 2013.

MACEDO, I. T. F. et al. Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. **Veterinary Parasitology**, v. 173, n. 1–2, p. 93–98, 2010.

MACEDO, I. T. F. et al. Evaluation of *Eucalyptus citriodora* essential oil on goat gastrointestinal nematodes. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 20, n. 3, p. 223–227, 2011.

MACEDO, I. T. F. et al. Anthelmintic effect of *Cymbopogon citratus* essential oil and its nanoemulsion on sheep gastrointestinal nematodes. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 28, n. 3, p. 522–527, 2019.

MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: Oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 732–741, 2009.

MCDUGALD, L. R. Attempted cross-transmission of coccidia between sheep and goats and description of *Eimeria ovinoidalis* sp. **Journal Protozoology**, v. 26, p. 109–113, 1979.

MCINTOSH, F. M. et al. Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 8, p. 5011–5014, 2003.

MIE, A. et al. Human health implications of organic food and organic agriculture: A

comprehensive review. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 16, n. 1, p. 1–22, 2017.

MOGHADDAM, M.; MEHDIZADEH, L. Chemistry of Essential Oils and Factors Influencing Their Constituents. In: **Soft Chemistry and Food Fermentation**. [s.l.] Elsevier Inc., 2017. p. 379–419.

MOLAN, A.-L.; FARAJ, A. M. The effects of condensed tannins extracted from different plant species on egg hatching and larval development of *Teladorsagia circumcincta* (Nematoda : Trichostrongylidae). **Folia Parasitologica**, v. 57, n. 1, p. 62–68, 2010.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 981–989, 2014.

NEWBOLD, C. J. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, n. 1–4, p. 105–112, 2004.

NOACK, S.; CHAPMAN, H. D.; SELZER, P. M. Anticoccidial drugs of the livestock industry. **Parasitology Research**, v. 118, p. 2009–2026, 2019.

OGUNNIYI, D. S. Castor oil : A vital industrial raw material. **Bioresource technology**, v. 97, n. 9, p. 1086–1091, 2006.

RAMOS MORALES, E. et al. Ricinoleic acid inhibits methanogenesis and fatty acid biohydrogenation in ruminal digesta from sheep and in bacterial cultures. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4943–4950, 2012.

REMMAL, A. et al. In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. **Veterinary Parasitology**, v. 182, n. 2–4, p. 121–126, 2011.

REMMAL, A. et al. Oocysticidal Effect of Essential Oil Components against Chicken *Eimeria* Oocysts. **International Journal of Veterinary Medicine: Research & Reports**, v. 2013, p. 1–8, 2013.

REUTER, H. D., J. P. KOCH, AND L. LAWSON. 1996. Therapeutic effects and applications of garlic and its preparations. Pages 135–212 in *Garlic: The Science and Therapeutic Application of Allium sativum L. and Related Species*. H. P. Koch, and L. D. Lawson. ed. Williams & Wilkins, Baltimore, MD.

RIBEIRO, J. C. et al. Efficacy of free and nanoencapsulated *Eucalyptus citriodora* essential oils on sheep gastrointestinal nematodes and toxicity for mice. **Veterinary Parasitology**, v. 205, n. 3–4, p. 532–539, 2014.

RODRIGUES, P. H. M. et al. Avaliação da monensina administrada pela forma convencional ou por dispositivo de liberação lenta (bólus) em bovinos alimentados com forragens de baixo valor nutritivo e suplementados ou não com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1937–1944, 2007.

SIKKEMA, J.; BONTT, J. A. M. DE; POOLMAN, B. Interactions of Cyclic Hydrocarbons

with Biological Membranes. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 269, n. 11, p. 8022–8028, 1994.

SKANDAMIS, P. N.; NYCHAS, G. E. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, n. 6, p. 1011–1022, 2001.

SQUIRES, J. M. et al. Efficacy of an orange oil emulsion as an anthelmintic against *Haemonchus contortus* in gerbils (*Meriones unguiculatus*) and in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 172, n. 1–2, p. 95–99, 2010.

TADESSE, G. Rumen Manipulation for Enhanced Feed Utilization and Improved Productivity Performance of Ruminants : A review. **Momona Ethiopian Journal of Science**, v. 6, n. 2, p. 3–17, 2014.

TEKIPPE, J. A. et al. Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 7892–7903, 2013.

THOROSKI, J.; BLANK, G.; BILIADERIS, C. Eugenol Induced Inhibition of Extracellular Enzyme Production by *Bacillus subtilis*. **Journal of Food Protection**, v. 52, n. 6, p. 399–403, 1989.

TOYOMIZU, M. et al. Inhibitory effect of dietary anacardic acid supplementation on cecal lesion formation following chicken coccidial infection. **Animal Science Journal**, v. 74, n. 2, p. 105–109, 2003.

TURGIS, M. et al. Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157 : H7 and *Salmonella typhi*. **Food Control**, v. 20, n. 12, p. 1073–1079, 2009.

ULTEE, A. et al. The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol Is Essential for Action against the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 4, p. 1561–1568, 2002.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

WANG, K. et al. Shifts of Hydrogen Metabolism From Methanogenesis to Propionate Production in Response to Replacement of Forage Fiber With Non-forage Fiber Sources in Diets in vitro. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, p. 2764, 2018.

ZUZARTE, M.; SALGUEIRO, L. Essential Oils Chemistry. In: **Bioactive Essential Oils and Cancer**. [s.l: s.n.]. p. 19–29.

2 INCLUSÃO DE ÓLEO FUNCIONAL E MONENSINA SÓDICA NA DIETA DE CORDEIROS EM SISTEMA CONFINADO NO CONTROLE DE COCCIDIOSE E DESEMPENHO ANIMAL

2.1 INTRODUÇÃO

A coccidiose causada pela ingestão de oocistos esporulados de *Eimeria* spp. presentes no ambiente, é uma doença comum que acomete ovinos em sistemas intensivos de criação, devido à alta concentração de animais e o acúmulo de matéria orgânica (AMARANTE; SALES, 2007). Os cordeiros de três semanas a cinco meses de idade são os mais afetados (MOHAMADEN; SALLAM; ABOUELHASSAN, 2018) e podem apresentar quedas expressivas no desempenho e mortalidade.

A forma clínica desta parasitose é caracterizada por diarreia com as fezes na coloração amarela ou marrom em cordeiros (KOUDELA; BOKOVÁ, 1998). No caso de infecções moderadas, sem sinais clínicos, o comprometimento do crescimento é o principal sinal (ZHAO *et al.*, 2012). A consequência da redução do crescimento se deve visto que a *Eimeria* spp. pode levar as lesões histopatológicas na superfície das células epiteliais e atrofia das vilosidades, reduzindo a absorção de nutrientes (TAYLOR *et al.*, 2003).

Uma vez que a coccidiose ovina pode ter um grande impacto econômico o controle da infecção é importante. O conceito de prevenção utilizado tem sido através da inclusão de ionóforos (anticoccidiano) na dieta para reduzir o impacto das enfermidades, como a coccidiose. Porém, já existe alguns relatos de resistência contra anticoccidianos e riscos de resíduos destas drogas na carne e/ou leite tem levado à sua proibição, principalmente na Europa (MCEVOY, 2002). O uso dessas drogas podem causar riscos à saúde humana, pois a exposição contínua aos antibióticos, em baixas dosagens, via ingestão de alimentos contendo resíduos, tem sido relacionada com a resistência antimicrobiana em humano (MIE *et al.*, 2017).

Devido a estas preocupações há um crescente interesse na busca de alternativas afim de minimizar o uso de antibióticos na alimentação animal (ACAMOVIC; BROOKER, 2005). Dentre as diversas alternativas, a inclusão de aditivos oriundos de compostos vegetais se mostra promissora, tendo como vantagem o baixo risco de aparecimento de resistência microbiana (ATHANASIADOU; GITHIORI; KYRIAZAKIS, 2007). Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão do óleo funcional Essencial® na dieta de cordeiros, em sistema de confinamento como substituto da monensina sódica no o controle da coccidiose e seu efeito no desempenho dos cordeiros.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Local do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada em Ponta Grossa, PR, Brasil. A FESCON está situada a 25° 05' 49" latitude sul e 50° 03' 11" longitude oeste, 990 metros de altitude, com 312,11 hectares, seguindo pela rodovia Ponta Grossa – Itaiacoca km 07. O clima da região é subtropical úmido mesotérmico (Cfb) de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média no inverno é de 13 °C com geadas frequentes e no verão a média de 21 °C. A precipitação pluviométrica média é de 1600 mm a 1800 mm no ano, com temperaturas médias anuais entre 17 °C e 18 °C e a umidade relativa (UR) média anual é de 70% a 75%.

2.2.2 Delineamento e Protocolo Experimental

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) protocolo 2196/2019. Foram utilizados 34 cordeiros com idade média inicial de 21 dias, sendo 17 Ile de France (IF) (8 fêmeas e 9 machos) e 17 Texel (Tx) (9 fêmeas e 8 machos). Os animais foram distribuídos em três grupos: Óleo funcional (OF) (n=12; 6 Tx e 6 IF); controle, sem tratamento (CONT) (n=12; 6 Tx e 6 IF) e monensina sódica (MON) (n=10; 4 Tx e 6 IF). O peso início do experimento foi: de 7,55±1,24 kg (OF), 8,34±1,43 kg (CONT) e 7,40±1,56 kg (MON), sem diferença estatística ($P<0,05$) entre os grupos.

Os animais foram alojados em baias coletivas separadas de acordo com os tratamentos, submetidos ao manejo de amamentação controlada. Durante a primeira semana passaram o dia todo com suas mães, nas baias. Após, as ovelhas permaneciam em pastejo no período da manhã, retornando às 11 horas para alimentar as crias, permanecendo ali por duas horas, retornando novamente para o pastejo, no período da tarde. No final da tarde, por volta das 16 horas, as ovelhas retornavam para as baias coletivas, com seus cordeiros, onde ali pernoitavam.

Os cordeiros permaneceram confinados durante toda a avaliação. Estes, foram pesados ao nascimento e com intervalo de 14 dias até o final do período experimental (90 dias). Por volta dos 60 dias de idade, iniciou-se a adaptação à desmama. Para tal, as ovelhas não retornavam às baias no período das 11 horas, permanecendo no pasto. Este manejo foi mantido durante cinco dias quando então realizou-se o desmame total dos cordeiros. Estes

permaneceram em sistema confinado por mais 30 dias, totalizando 90 dias de confinamento. Nesta idade, 14 animais foram destinados ao abate comercial.

2.2.3 Dieta Experimental

As dietas foram formuladas a fim de atender as exigências nutricionais dos cordeiros em crescimento com ganho médio de 300 g/dia (NRC, 2007). Foram fornecidas quantidades que permitissem sobra de 10% da quantidade ofertada. As rações foram formuladas com milho moído, farelo de soja, sal mineral, cloreto de sódio, calcário calcítico e os aditivos inclusos no momento da batida de acordo com orientação do fabricante (Tabela 1). Os animais receberam silagem de milho *ad libitum* e tiveram livre acesso à água. Os tratamentos foram: controle (CONT – sem aditivo); 495 mg/kg de matéria seca (MS) de óleo funcional (OF) *blend* comercial em pó composto por óleo de castanha do caju e óleo de mamona - Essential® (Oligo Basics Agroindustrial Ltda) e 12,5 mg/kg MS de monensina sódica (MON - Rumensin® 200, Elanco Saúde Animal).

Tabela 1 – Proporção de ingredientes (g/kg MS) e composição química das dietas experimentais ofertadas à cordeiros das raças Ile de France e Texel mantidos em confinamento

	Tratamentos ¹		
	CONT	OF	MON
Milho moído	767	767	767
Farelo de soja	210	210	210
Sal mineral ²	9	9	9
Cloreto de sódio	5	5	5
Calcário calcítico	7	7	7
Óleo funcional (g/kg MS)	-	495	-
Monensina (mg/kg MS)	-	-	12,5
Composição química	Concentrado	Silagem	
Matéria seca (MS)	90,40	92,38	
Proteína Bruta (PB)	14,40	6,12	
Fibra em detergente neutro (FDN)	23,15	44,53	
Fibra em detergente ácido (FDA)	6,08	21,81	
Extrato etéreo (EE)	3,75	3,39	
Matéria mineral (MM)	5,73	4,08	

¹CONT – sem adição de óleo funcional e monensina; OF (Óleo funcional) = 495 g/kg MS; MON (Monensina sódica) = 12,5 mg/kg MS

²Níveis de garantia por kg do produto: 120 g Ca; 87,0 P; 18,0 g S; 147,0 g Na; 87,00 g F; 40,00 mg Co; 590,00 mg Cu; 20,0 mg Cr; 1800,00 mg Fe; 80,00 mg I; 1300,00 mg Mn; 300 mg Mo; 15,00 mg Se; 3800,00 mg Zn; **Porcentagem corrigida para 100%.

Fonte: O autor

2.2.4 Amostras da Dieta e Análises Químicas

Amostras das dietas foram coletadas semanalmente durante todo o período experimental e ao final realizada uma amostra composta. As análises químicas da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas conforme os procedimentos da AOAC (1990). A fibra solúvel em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel em detergente ácido (FDA) pelo método de VAN SOEST *et al* (1991).

2.2.5 Análises Parasitológicas

Amostras de fezes foram coletadas nos dias 0, 14, 28, 41, 55 diretamente da ampola retal dos cordeiros para a realização do exame de fezes. As contagens de oocisto por grama de fezes (oOPG) e ovos por grama de fezes (OPG) e foram realizadas utilizando a técnica modificada de McMaster (UENO; GONÇALVES, 1998). E um último oOPG foi realizado nos animais que foram abatidos após 16 horas de jejum.

2.2.6 Exames Hematológicos

Amostras de sangue foram coletadas nos dias 0, 14, 28, 41, 55 da veia jugular em tubos a vácuo (com e sem EDTA). O volume globular (VG) foi determinado por centrifugação em tubo de microhematócrito. Posteriormente os tubos sem EDTA foram centrifugados e o soro foi extraído e armazenado em *eppendorfs*. Em seguida, a albumina (Alb) e proteína plasmática total (PPT) (6,25 x N) foram analisadas utilizando *kits* comerciais padrão em analisador bioquímico semiautomático BIO – 200. A globulina foi calculada através da diferença entre proteína plasmática total e a albumina.

A contagem de eosinófilos sanguíneos (Eos) foi realizada na câmara de Neubauer após coloração em solução de Carpentier (DAWKINS; WINDON; EAGLESONS, 1989) e as contagens estão expressas em número de células por microlitro μ l de sangue. A contagem total de leucócitos (Leu) também foi realizada em câmara de Neubauer após coloração em líquido de Turk modificada, segundo Birgel (1982). Os resultados foram apresentados em milhares de células por μ l de sangue.

2.2.7 Análise Histológica

Quatorze cordeiros foram destinados ao abate e amostras de tecidos intestinais foram coletados, para exames histológicos. Os tecidos foram retirados do jejuno médio e duodeno e fixados em líquido de Carnoy. Posteriormente foram emblocados em parafina, em seguida foi realizado o corte de 4 micrômetro (μm) e corados em hematoxilina e eosina (HE). As lâminas foram fotografadas e as medições foram realizadas pelo LAS EZ fornecido pela empresa Leica Microsystems®. A avaliação das criptas foi realizada preferencialmente de modo que enquadrasse o maior número de criptas inteiras no campo e em três campos diferentes por amostra. Foi analisada também o achatamento e junção dos vilos. Essas duas características foram analisadas em conjunto. A intensidade inflamatória foi avaliada através do tipo celular presente, se o processo inflamatório era do tipo mononuclear com presença de linfócitos, plasmócitos e macrófagos ou se era do tipo polimorfonuclear, com a presença principalmente neutrófilos.

2.2.8 Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando o programa SAS versão 9.3. As variáveis parasitológicas e hemato-bioquímicas foram submetidas à análise de variância usando procedimento MIXED com medidas repetidas ao longo do tempo. As médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Nas variáveis, com medidas repetidas no tempo os efeitos tratamento, período e interação entre tratamento e período foram testados. Os dados de OPG, oOPG, Eos e Leu foram transformados para $\log(x+1)$ para observar o nível de significância. No entanto, para melhor entendimento, os resultados, estão apresentados em médias aritméticas. Os achados histopatológicos serão apresentados de forma descritiva.

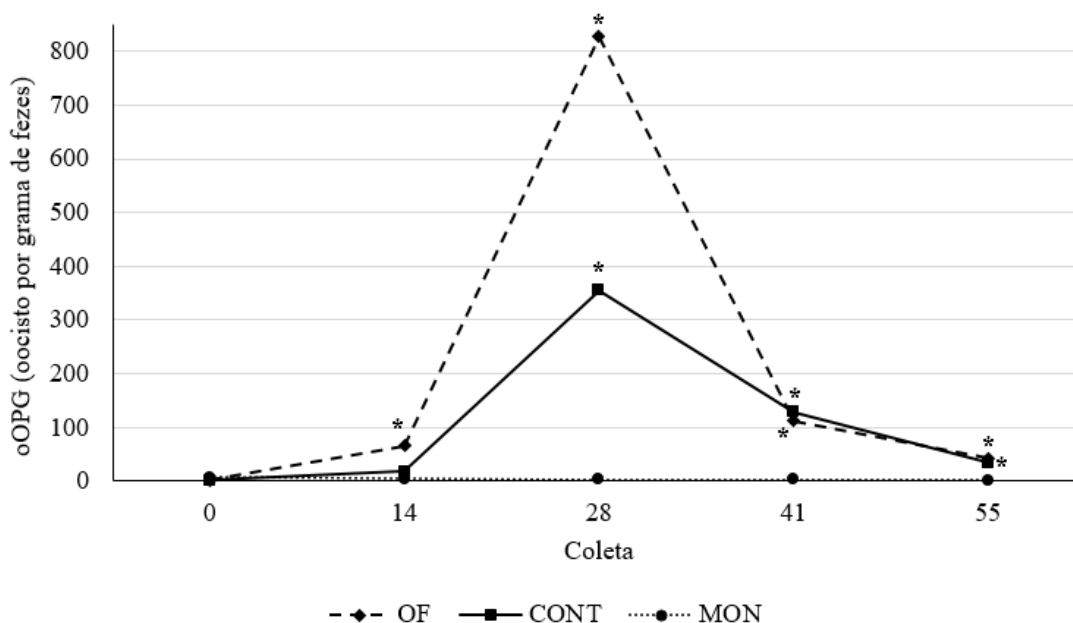
2.3 RESULTADOS

2.3.1 Análises Parasitológicas

No exame de fezes foi possível identificar oocistos de protozoários do gênero *Eimeria* (oOPG), nematódeos *Strongyloides* spp. e ovos de nematódeos da família *Trichostrongylidae*. A contagem de OPG de nematódeos da família *Trichostrongylidae* entre os grupos foi ínfima, não havendo diferença estatística ($P>0,05$).

Os cordeiros que receberam suplementação com OF apresentaram valores médios de 16 ± 7 , enquanto os animais que receberam MON apresentaram OPG de $30 \pm 10,6$ e controle de $7 \pm 3,73$. Para *Strongyloides papillosus* houve diferença significativa ($P < 0,05$). Os animais que receberam MON e CONT apresentaram maiores contagens ($173,5 \pm 51,7$ e $144,2 \pm 62$, respectivamente) quando comparado com animais suplementados com OF ($32,1 \pm 12,8$).

Figura 4 – Contagem de oocistos por grama de fezes (oOPG) em cordeiros, criados em sistemas confinados suplementados com dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)



Fonte: O autor

No dia 0, nenhuma diferença significativa foi observada em relação à contagem de oOPG entre os grupos experimentais ($P > 0,05$) (Figura 4). Já no dia 14, os animais tratados com OF excretaram maiores quantidades oocistos de *Eimeria* spp. ($P < 0,05$) em relação aos CONT e MON. Os animais suplementados com OF apresentam contagem de $66,3 \pm 16,9$ oOPG quando comparados com o grupo CONT ($18,20 \pm 9,75$ oOPG) e MON ($3,89 \pm 2,61$ oOPG) (Figura 4).

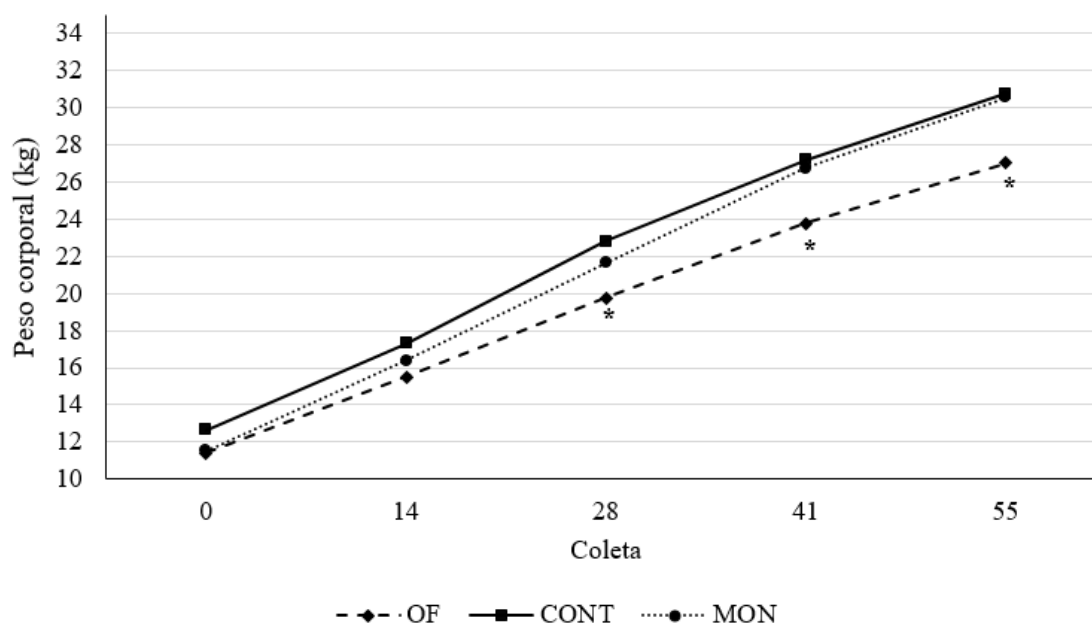
Do dia 28 ao 55 os valores de oOPG não diferiram entre os que receberam OF e CONT ($P > 0,05$). Porém, nestas coletas, diferenças foram encontradas para os animais suplementados com MON ($P < 0,05$) o qual apresentou as menores médias de oOPG. No dia 28 os cordeiros do grupo OF apresentaram a maior contagem de oOPG (827 ± 267) de todo o período experimental.

Na contagem de oOPG dos animais que foram para o abate o mesmo padrão foi observado. Os animais suplementados com OF e dieta CONT apresentaram as maiores contagens de oOPG (57700 ± 19091 e 89275 ± 47340 , respectivamente) quando comparado com os cordeiros que receberam MON (2060 ± 1642) ($P < 0,05$).

2.3.2 Desempenho Animal

Nas coletas do dia 0 e 14 não houve diferença para peso corporal dos cordeiros ($P>0,05$) (Figura 5). Porém, a partir do dia 28 até 55 os animais que receberam OF apresentaram menor peso corporal ($P<0,05$) quando comparado com os grupos CONT e MON.

Figura 5 – Peso corporal (kg) dos cordeiros criados em sistemas confinados suplementados com dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON). Asterisco (*) representa diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos nos diferentes dias de coleta



Fonte: O autor

Do dia 0 ao 14 o ganho médio diário (GMD) foi semelhante entre todos os grupos ($P>0,05$) (Tabela 2). Porém, nos dias 28 e 41 o grupo OF apresentou menor desempenho quando comparado com os demais ($P<0,05$). Na última coleta (55 dias), ambos os grupos (CONT e MON) apresentaram mesmo GMD (Tabela 2).

Tabela 2 – Ganho médio diário (g/dia) de cordeiros recebendo dieta contendo inclusão de óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)

Dia de coleta	OF	CONT	MON
0	0,256±0,02 ^a	0,287±0,01 ^a	0,275±0,0 ^a
14	0,314±0,01 ^a	0,357±0,01 ^a	0,372±0,03 ^a
28	0,283±0,01 ^b	0,367±0,02 ^a	0,351±0,01 ^a
41	0,287±0,01 ^b	0,312±0,02 ^a	0,363±0,01 ^a
55	0,231±0,01 ^a	0,256±0,02 ^a	0,272±0,02 ^a

Diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey entre as linhas são representadas com letras diferentes

Fonte: O autor

2.3.3 Exames Hematológicos

Não houve interação tratamento x coleta. Os tratamentos não alteraram os valores de VG, PPT e globulina ($P>0,05$) (Tabela 3). O valor do VG inicial para o grupo de OF foi de 32%, de 33% para CONT e de 33% para MON. O maior VG observado foi para MON (40%) 41 dias após início do fornecimento das dietas, enquanto os outros grupos (OF e MON) apresentaram 38% de VG ($P>0,05$).

Tabela 3 – Valores médios ($\pm$ desvio padrão) de volume globular (VG), proteína plasmática total (PPT), albumina, globulina, eosinófilos e leucócitos de cordeiros alimentados com dieta contendo óleo funcional (OF), controle (CONT) e monensina sódica (MON)

Variáveis	Ref ¹	Tratamentos			Valores P	
		OF	CONT	MON	Trat	Trat x Col
VG (%)	27-45	34,81 $\pm$ 0,77	36,76 $\pm$ 0,75	37,25 $\pm$ 0,82	0,08	0,57
PPT (dL)	6-7,9	5,38 $\pm$ 0,11	5,65 $\pm$ 0,10	5,58 $\pm$ 0,11	0,21	0,11
Albumina (g/dL)	2,4-3	2,64 $\pm$ 0,06	2,70 $\pm$ 0,06	2,81 $\pm$ 0,06	0,20	0,00
0		2,44 $\pm$ 0,12	2,74 $\pm$ 0,20	2,70 $\pm$ 0,07		
14		2,84 $\pm$ 0,08	2,88 $\pm$ 0,08	2,79 $\pm$ 0,06		
28		2,63 $\pm$ 0,07	2,60 $\pm$ 0,05	2,73 $\pm$ 0,11		
41		2,48 $\pm$ 0,08 ^b	2,97 $\pm$ 0,17 ^a	2,74 $\pm$ 0,14 ^{ab}		
55		2,82 $\pm$ 0,18 ^a	2,29 $\pm$ 0,13 ^b	3,09 $\pm$ 0,24 ^a		
Globulina (g/dL)	3,1-5,1	2,76 $\pm$ 0,10	2,94 $\pm$ 0,10	2,76 $\pm$ 0,10	0,34	0,77
Eosinófilo (μ /L)	0-1000	36,43 $\pm$ 0,89 ^a	38,19 $\pm$ 0,91 ^a	9,02 $\pm$ 0,66 ^b	0,00	0,21
Leucócito (μ /L)	4000-12000	11727 $\pm$ 0,13 ^a	12714 $\pm$ 0,17 ^a	8991 $\pm$ 0,18 ^b	0,00	0,57

Diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey entre as linhas são representadas com letras diferentes

¹Ref Valores de referência de acordo com Hoffmann (1981).

Fonte: O autor

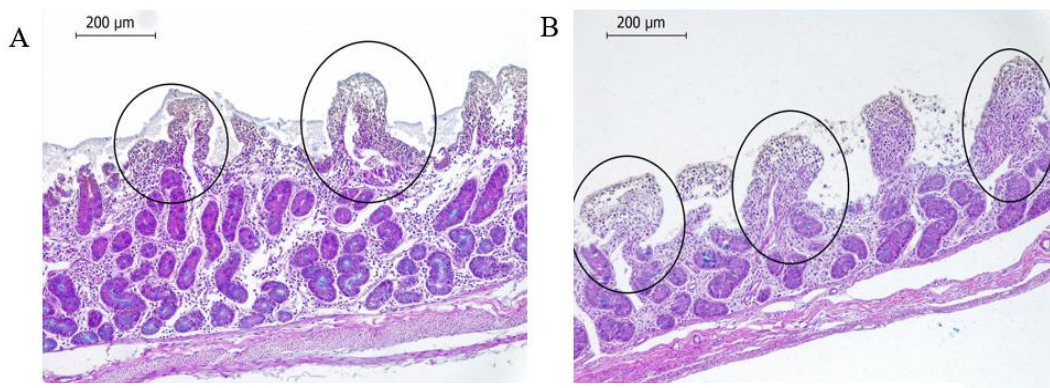
Contudo, houve efeito do tratamento x coleta na concentração de albumina ($P<0,05$). No dia 41 o grupo OF apresentou menor concentração de albumina quando comparado com CONT, mas não diferiu do MON. No entanto, no dia 55 os grupos OF e MON apresentaram maiores concentrações de albumina quando comparado com CONT. Na média ($P>0,05$) os cordeiros do grupo alimentado com OF apresentou valores médios de albumina de 2,64 g/L, os do grupo CONT de 2,70 g/L e os do grupo MON de 2,81 g/L. As concentrações médias de globulina foram: 2,76 g/dL, 2,94 g/dL e 2,76 g/dL, para OF, CONT e MON, respectivamente (Tabela 3).

Ao longo do período experimental o número total de eosinófilo foi significativamente ($P<0,05$) menor para os animais suplementados com MON (9,02 μ /L) quando comparado com os suplementados com OF (36,43 μ /L) e os sem aditivo CONT (38,19 μ /L). A contagem total de leucócito também diferiu entre os grupos ($P<0,05$), os animais do grupo MON apresentaram menor contagem (8991), seguido pelos cordeiros dos grupos OF (11727) e CONT (12714) (Tabela 3).

2.3.4 Análises Histológicas

No jejuno e duodeno de todos os grupos ocorreu um desprendimento do epitélio intestinal acentuado, hiperplasia das criptas e das células caliciformes. Todos os grupos apresentaram processo inflamatório acentuado, associada com a presença de células mononucleares.

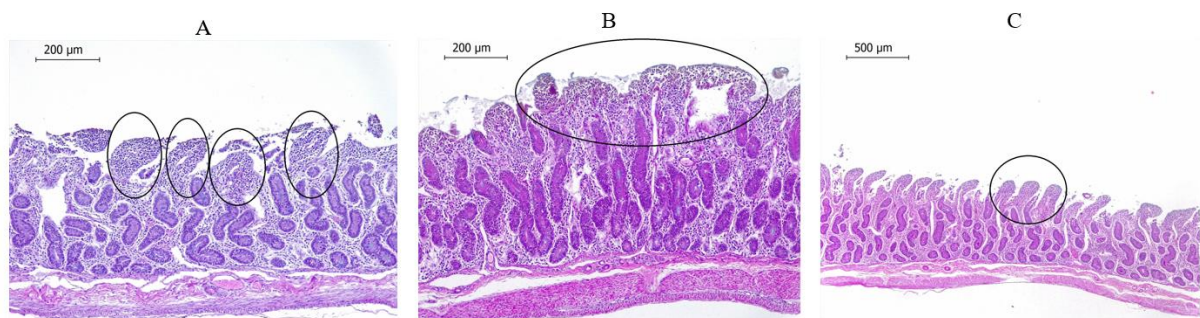
Figura 6 – Duodeno com achatamento e junção dos vilos com grau discreto dos cordeiros do grupo controle (A) e duodeno com achatamento e junção dos vilos grau moderado dos cordeiros do grupo suplementado com monensina sódica (B)



Fonte: O autor

As amostras de duodeno dos animais do grupo OF não apresentaram achatamento e junção dos vilos, porém as amostras de jejuno apresentaram achatamento e junção dos vilos com grau acentuado. O duodeno dos cordeiros do grupo CONT apresentaram achatamento e junção das vilosidades discreta e jejuno acentuado. Os animais suplementados com MON apresentaram achatamento e junção dos vilos tanto de duodeno quanto de jejuno (Figuras 6 e 7).

Figura 7 – Jejuno com achatamento e junção dos vilos grau moderado dos cordeiros do grupo suplementado com monensina sódica (A) e com achatamento e junção dos vilos grau acentuado dos cordeiros dos grupos controle (B) e suplementados com óleo funcional (C)



Fonte: O autor

2.4 DISCUSSÃO

No nosso estudo os animais que receberam o ionóforo monensina na dose de 12,5 mg/kg de MS ingerida apresentaram um número de oocistos reduzido, confirmando a eficácia coccidiostática deste produto. Porém, esses coccidiostáticos podem trazer problemas como seleção de parasitas resistentes (STEPHAN *et al.*, 1997) e riscos de resíduos em produtos (MCEVOY, 2002), como na carne.

O óleo funcional na dose de 495 g/kg de MS ingerida não apresentou efeito positivo no controle da coccidiose em cordeiros confinados. Para que esse efeito coccidiostático ocorra é importante que o óleo chegue até trato gastrointestinal desses animais. Porém, os microrganismos ruminais possuem a capacidade de metabolizar os compostos presentes nos óleos (BENCHAAAR; GREATHEAD, 2011), assim como transformar algumas moléculas em outras ou converter alguns compostos bioativos em substâncias inertes (MALECKY; BROUDISCOU; SCHMIDELY, 2009) dificultando o efeito anticoccidiostáticos.

Os resultados com a utilização dos óleos no controle da coccidiose são inconsistentes, muitas pesquisas são realizadas com os óleos para observar seu efeito na fermentação ruminal e pouco se sabe como os óleos se comportam no intestino dos animais ruminantes. Malecky; Broudiscou; Schmidely (2009) relataram altas taxas de desaparecimento dos terpenos no rúmen de cabras leiteiras e uma fração muito pequena foi recuperada na digesta duodenal. O desaparecimento dos óleos a nível ruminal inclui a biocorversão no fluido ruminal, transferência para fase gasosa devido à alta volatilidade e perda por eructação (CLUFF *et al.*, 1982) e absorção pela parede ruminal (MALECKY; BROUDISCOU; SCHMIDELY, 2009). Estes fatos podem explicar a discrepância nos resultados *in vitro* e *in vivo* (BENCHAAAR *et al.*, 2008)

Trabalhos *in vitro* têm mostrado efeitos positivos na destruição de oocistos de *Eimeria* spp. Em estudo conduzido por Remmal *et al.* (2011) os óleos de artemisia, árvore do chá, tomilho e cravo demonstraram capacidade de destruir os oocistos, pois durante a contagem microscópica alguns oocistos estavam deformados e com as camadas danificadas. Khalafalla *et al.* (2011) avaliando o efeito da curcumina nos esporozoítas de *Eimeria tenella* observaram que a mesma reduziu a viabilidade infectiva dos esporozoítas. Porém, em estudo conduzido *in vivo* por Chapman *et al.* (2017) não encontraram efeito positivo incluindo de 1 a 2 mg de cinamaldeído/kg de dieta no desempenho e controle de coccídeos em ovinos.

Em nossa pesquisa não foi possível observar coccidiose clínica nos cordeiros, mas ocorreu um aumento na contagem de oOPG 28 dias após o início do experimento no grupo OF

e CONT (Figura 5), período em que os animais estavam com uma idade de aproximadamente 57 dias. Mesmo a infecção não diferindo estatisticamente entre estes dois grupos foi possível observar uma contagem de oOPG mais alta numericamente nos animais que receberam OF. Esta alta contagem no início da vida dos animais, teve um impacto no crescimento e desenvolvimento dos cordeiros.

O peso e ganho médio diário (GMD) mostram que até a coleta do dia 14, na qual a incidência de infecção parasitária ainda era ínfima, os grupos estavam com GMD próximos. Porém, nos dias 28 e 41 os animais do grupo OF apresentaram menor desempenho, resultando em peso corporal inferior aos demais grupos ao final do experimento, isso corrobora com a alta infecção causada por coccídeos. Junkuszew *et al.* (2015) demonstraram que diminuir a carga parasitária de coccídeo aumenta o peso corporal de cordeiros e ganhos médios diários.

Este baixo desempenho dos animais pode estar relacionado tanto a coccidiose, que pode ter causado danos intensos na mucosa intestinal e retardado a capacidade regenerativa (TAYLOR *et al.*, 2003). Consequentemente, a reparação de tecidos danificados e estímulos do sistema imunológico aumentam os custos metabólicos e reduzem a capacidade do animal em converter nutrientes em energia para ganho de peso (CHEN; ZHANG; APPLEGATE, 2016). Outra possibilidade de baixo desempenho é o nível de inclusão de OF na dieta destes animais. Trabalhos realizados *in vitro* tem mostrado que a inclusão de doses elevadas de óleos pode inibir a fermentação ruminal e reduzir a concentração de AGCC, sendo um efeito nutricional indesejável (CARDOZO *et al.*, 2005).

Pelo fato de não termos encontrado alta incidência de parasitas hematófagos durante o estudo os níveis de VG permaneceram dentro da normalidade (27-45%), e sem indicativos de anemia e diarreia. Valores baixos de VG são correlacionados com altas contagens de OPG, devido a sucção de sangue pelos parasitas hematófagos (BAKER *et al.*, 2003). No presente estudo a concentração de PPT esteve levemente abaixo dos limites considerados normais para ovinos (6-7,9 dL) (HOFFMANN, 1981). Uma queda na concentração sérica de PPT tende a ocorrer em animais com diarreia, devido às perdas de proteína intestinal (DAI *et al.*, 2006). No entanto, no presente estudo, não foi observado animais com diarreia grave.

Observamos que durante o experimento a contagem de eosinófilos e leucócitos sanguíneos foram maiores no grupo OF e CONT, em resposta a infecção parasitária. Os leucócitos e os eosinófilos são importantes células de defesas contra as infecções parasitárias (MEEUSEN; BALIC, 2000). Após a infecção, migram em direção ao alvo (ROSENBERG; DYER; FOSTER, 2013), com a função de regular sistema imunológico, combater os parasitas e cicatrização dos tecidos (MCRAE *et al.*, 2015).

A perda epitelial, hipertrofia das criptas e células caliciformes observadas nas análises histopatológicas está relacionada com a invasão dos parasitas nas criptas e epitélio do intestino. No oOPG dos animais abatidos foi possível observar uma infecção pesada nos animais. A presença desses parasitas causam a descamação do epitélio e atrofia das vilosidades, reduzindo a absorção de nutrientes e desempenho dos animais (CHARTIER; PARAUD, 2012; DAUGSCHIES et al., 2007). A hiperplasia das células caliciformes nos confirma que estava ocorrendo a produção de muco para formar uma barreira física contra os parasitas (MCRAE *et al.*, 2015).

Mesmo encontrando na literatura que os óleos funcionais podem apresentar efeitos semelhantes ao da monensina sódica, neste estudo o mesmo não afetou a contagem de oOPG durante o período experimental. E a alta prevalência de oocistos nestes animais e uma dose alta de OF fez com que o peso corporal final fosse inferior ao grupo controle e monensina sódica. Mais pesquisas com diferentes doses de inclusão são necessárias para concretizar o efeito do óleo funcional da castanha de caju e mamona no controle da coccidiose e desempenho dos animais.

REFERÊNCIAS

- ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 03, p. 403–412, 2005.
- AMARANTE, A. F. T.; SALES, R. O. Controle de endoparasitoses dos ovinos: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 1, n. 2, p. 14–36, 2007.
- ATHANASIADOU, S.; GITHIORI, J.; KYRIAZAKIS, I. Medicinal plants for helminth parasite control: Facts and fiction. **Animal**, v. 1, n. 9, p. 1392–1400, 2007.
- BAKER, R. L. et al. Resistance and resilience to gastro-intestinal nematode parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai X Dorper crossbred lambs in the sub-humid tropics. **Animal Science**, v. 76, n. 1, p. 119–136, 2003.
- BENCHAAAR, C. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1–4, p. 209–228, 2008.
- BENCHAAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166–167, p. 338–355, 2011.
- BIRGEL, E. H. Hematologia clínica veterinária. In: BIRGEL, E. H.; LARSSON, M. H. M. A.; HAGIWARA, M. K.; VASCONCELOS, S. A.; LARSSON, C. E.; BENESI, F. J. Patologia Clínica Veterinária. São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, p. 2–49, 1982.
- CARDOZO, P. W. et al. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in

vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 11, p. 2572–2579, 2005.

CHAPMAN, C. E. et al. Effects of cinnamaldehyde or monensin on performance of weaned Holstein dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 1712–1719, 2017.

CHARTIER, C.; PARAUD, C. Coccidiosis due to *Eimeria* in sheep and goats, a review. **Small Ruminant Research**, v. 103, n. 1, p. 84–92, 2012.

CHEN, X.; ZHANG, Q.; APPELEGATE, T. J. Impact of dietary branched chain amino acids concentration on broiler chicks during aflatoxicosis. **Poultry Science**, v. 95, n. 6, p. 1281–1289, 2016.

CLUFF, L. K. et al. Concentration of Monoterpenoids in the Rumen Ingesta of Wild Mule Deer. **Journal of Range Management**, v. 35, n. 2, p. 192, 1982.

DAI, Y. B. et al. Pathogenic effects of the coccidium *Eimeria ninakohlyakimovae* in goats. **Veterinary Research Communications**, v. 30, n. 2, p. 149–160, 2006.

DAUGSCHIES, A. et al. The effect of a metaphylactic treatment with diclazuril (Vecoxan®) on the oocyst excretion and growth performance of calves exposed to a natural *Eimeria* infection. **Veterinary Parasitology**, v. 149, n. 3–4, p. 199–206, 2007.

DAWKINS, H. J. S.; WINDON, R. G.; EAGLESONS, G. K. Eosinophil responses in sheep selected for high and low responsiveness to *Trichostrongylus colubriformis*. **International Journal for Parasitology**, v. 19, n. 2, p. 199–205, 1989.

JUNKUSZEW, A. et al. Effect of various antiparasitic treatments on lamb growth and mortality. **Small Ruminant Research**, v. 123, n. 2–3, p. 306–313, 2015.

KHALAFALLA, R. E. et al. Effects of curcumin (diferuloylmethane) on *Eimeria tenella* sporozoites in vitro. **Parasitology Research**, v. 108, n. 4, p. 879–886, 2011.

KOUDELA, B.; BOKOVÁ, A. Coccidiosis in goats in the Czech Republic. **Veterinary Parasitology**, v. 76, n. 4, p. 261–267, 1998.

MALECKY, M.; BROUDISCOU, L. P.; SCHMIDELY, P. Effects of two levels of monoterpene blend on rumen fermentation, terpene and nutrient flows in the duodenum and milk production in dairy goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, n. 1–2, p. 24–35, 2009.

MCEVOY, J. D. G. Contamination of animal feedingstuffs as a cause of residues in food: a review of regulatory aspects, incidence and control. **Analytica Chimica Acta**, v. 473, p. 3–26, 2002.

MCRAE, K. M. et al. The host immune response to gastrointestinal nematode infection in sheep. **Parasite Immunology**, v. 37, n. 12, p. 605–613, 2015.

MEEUSEN, E. N. T.; BALIC, A. Do eosinophils have a role in the killing of helminth parasites? **Parasitology Today**, v. 16, n. 3, p. 95–101, 2000.

MIE, A. et al. Human health implications of organic food and organic agriculture: A comprehensive review. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 16, n. 1, p. 1–22, 2017.

MOHAMADEN, W. I.; SALLAM, N. H.; ABOUELHASSAN, E. M. Prevalence of *Eimeria* species among sheep and goats in Suez Governorate, Egypt. **International Journal of Veterinary Science and Medicine**, v. 6, n. 1, p. 65–72, 2018.

REMMAL, A. et al. In vitro destruction of *Eimeria* oocysts by essential oils. **Veterinary Parasitology**, v. 182, n. 2–4, p. 121–126, 2011.

ROSENBERG, H. F.; DYER, K. D.; FOSTER, P. S. Eosinophils: Changing perspectives in health and disease. **Nature Reviews Immunology**, v. 13, n. 1, p. 9–22, 2013.

STEPHAN, B. et al. Studies of resistance to anticoccidials in *Eimeria* field isolates and pure *Eimeria* strains. **Veterinary Parasitology**, v. 69, n. 1–2, p. 19–29, 1997.

TAYLOR, M. A. et al. Histopathological observations on the activity of diclazuril (Vecoxan®) against the endogenous stages of *Eimeria crandallis* in sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 116, n. 4, p. 305–314, 2003.

UENO, H; GONÇALVES, P. C. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes. 4^a ed. Tokio: [s.n.]. 1998.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

ZHAO, G. H. et al. High prevalence of *Eimeria* infection in dairy goats in Shaanxi province, northwestern China. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, n. 5, p. 943–946, 2012.

3 EFEITO DO ÓLEO FUNCIONAL E MONENSINA SÓDICA NAS CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE CORDEIROS TERMINADOS EM CONFINAMENTO

3.1 INTRODUÇÃO

A produção de cordeiros em sistema de confinamento, utilizando dietas de elevado valor nutricional tem como objetivo aumentar a concentração de energia. Isto favorece o crescimento muscular e deposição de gordura, demonstrando melhor desempenho em ovinos permitindo a terminação dos animais em menor tempo, com ganho de peso significativo e acabamento de carcaça uniforme (PINHEIRO *et al.*, 2009).

Porém, o aumento de concentrado na dieta pode desencadear distúrbios metabólicos, como queda no pH ruminal (ALVES *et al.*, 2003). Cordeiros alimentados com dietas contendo 90% de concentrado podem apresentar pH ruminal de 5,8 (FERREIRA *et al.*, 2011) o que é considerado uma acidose subclínica. Os ionóforos têm sido utilizados em sistemas de produção para manipulação da microbiota ruminal e diminuição a incidência de distúrbios metabólicos (THOMPSON *et al.*, 2016).

No entanto, o uso de ionóforos na alimentação animal é constantemente questionada, pois a busca por segurança alimentar tem aumentado nos últimos anos. Em algumas regiões como na União Europeia o uso de antibióticos tem sido proibido (EUROPEAN COMMISSION, 2003) devido à preocupação dos consumidores com o surgimento de bactérias resistentes representando um risco a saúde humana (MIE *et al.*, 2017). Consequentemente, a procura por alternativas se intensifica.

Alguns estudos têm sido realizados para explorar a ação dos OF nas características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de ovinos. Pesquisas mostram que devido à sua atividade antioxidante os OF podem interferir nos processos oxidativos e contribuir para melhores características qualitativas da carne (SIMITZIS *et al.*, 2008). Jedlicka *et al.* (2009) não encontraram alteração na composição de carcaça de novilhas alimentadas com dietas de alto grãos contendo a inclusão de monensina sódica e óleos funcionais.

Os componentes presentes no OF podem atuar como antioxidante sequestrando radicais livres podendo melhorar a qualidade do produto final e estendendo a vida útil (ABREU *et al.*, 2015). Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as características de carcaça de cordeiros confinados recebendo dieta contendo a inclusão de óleo funcional Essencial® e monensina sódica.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Local do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), pertencente à Universidade Estadual de Ponta Grossa, localizada em Ponta Grossa, PR, Brasil. A FESCON está situada a 25° 05' 49" latitude sul e 50° 03' 11" longitude oeste, 990 metros de altitude, com 312,11 hectares, seguindo pela rodovia Ponta Grossa – Itaiacoca km 07.

O clima da região é subtropical úmido mesotérmico (Cfb) de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média no inverno é de 13 °C com geadas frequentes e no verão a média de 21 °C. A precipitação pluviométrica média é de 1600 mm a 1800 mm no ano, com temperaturas médias anuais entre 17 °C e 18 °C e umidade relativa (UR) média anual é 70% a 75%.

3.2.2 Animais, Alimentação e Manejo

Durante o período experimental foram utilizados 34 cordeiros alojados em baias coletivas, sendo 17 Ile de France (IF) (8 fêmeas e 9 machos) e 17 Texel (Tx) (9 fêmeas e 8 machos). Os mesmos foram distribuídos em 3 grupos: Óleo funcional (OF) (n=12), controle (CONT) (n=12), monensina sódica (MON) (n=10). O peso inicial em que os animais começaram a receber os aditivos foram: 7,55±1,24 kg (OF), 8,34±1,43 kg (CONT) e 7,40±1,56 kg (MON).

Os animais receberam alimentação três vezes ao dia (08h, 13h e 16h) e foram pesados em intervalos de 14 dias. As dietas foram formuladas a fim de atender as exigências nutricionais dos cordeiros em crescimento com ganho médio de 300g/dia (NRC, 2007). O concentrado ofertado e as sobras do cocho foram pesados diariamente e ajustado para que houvesse sobra de 10%. As rações foram formuladas com milho moído, farelo de soja, sal mineral, cloreto de sódio, calcário calcítico e os aditivos inclusos no momento da batida de acordo com orientação do fabricante (Tabela 4). Os animais receberam silagem de milho *ad libitum* e tiveram livre acesso à água.

Os tratamentos foram: controle (CONT – sem aditivo); 495 mg/kg de matéria seca (MS) de óleo funcional (OF) *blend* comercial em pó composto por óleo de castanha do caju e óleo de

mamona - Essential® (Oligo Basics Agroindustrial Ltda) e 12,5 mg/kg MS de monensina sódica (MON - Rumensin® 200, Elanco Saúde Animal).

O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado e expressado em gramas por dia (g/dia), em peso metabólico (g MS / kg de peso^{0,75}), e em porcentagem do peso vivo (CMS%PV).

Tabela 4 – Ingredientes (g/kg MS) e composição química da silagem e concentrado ofertados aos cordeiros das raças Ile de France e Texel mantidos em confinamento

	Tratamentos ¹		
	CONT	OF	MON
Milho moído	767	767	767
Farelo de soja	210	210	210
Sal mineral ²	9	9	9
Cloreto de sódio	5	5	5
Calcário calcítico	7	7	7
Óleo funcional (g/kg MS)	-	495	-
Monensina (mg/kg MS)	-	-	12,5
Composição química	Concentrado	Silagem	
Matéria seca (MS)	90,4	92,38	
Proteína Bruta (PB)	14,40	6,12	
Fibra em detergente neutro (FDN)	23,15	44,53	
Fibra em detergente ácido (FDA)	6,08	21,81	
Extrato etéreo (EE)	3,75	3,39	
Matéria mineral (MM)	5,73	4,08	

¹CONT – sem adição de óleo funcional e monensina; OF (Óleo Funcional) = 495 g/kg MS; MON (Monensina Sódica) = 12,5 mg/kg MS

²Níveis de garantia por kg do produto: 120 g Ca; 87,0 P; 18,0 g S; 147,0 g Na; 87,00 g F; 40,00 mg Co; 590,00 mg Cu; 20,0 mg Cr; 1800,00 mg Fe; 80,00 mg I; 1300,00 mg Mn; 300 mg Mo; 15,00 mg Se; 3800,00 mg Zn; **Porcentagem corrigida para 100%.

Fonte: O autor

3.2.3 Amostragem Dieta e Análises Químicas

Amostras das dietas foram coletadas semanalmente durante todo o período experimental e ao final realizada uma amostra composta. As análises químicas da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas conforme os procedimentos da AOAC (1990). A fibra solúvel em detergente neutro (FDN) e fibra solúvel em detergente ácido (FDA) pelo método de VAN SOEST *et al* (1991).

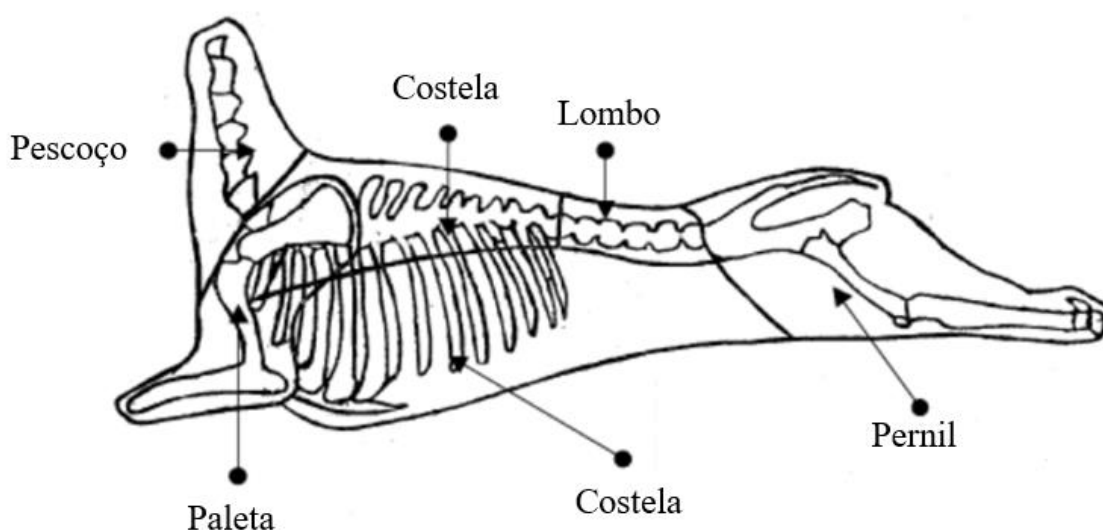
3.2.4 Avaliações de Carcaça

Devido ao manejo da FESCON, dos animais avaliados, 14 (5 do grupo OF, 4 CONT e 5 MON) foram destinados ao abate, todos da raça IF. O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) protocolo 2196/2019 e os animais foram abatidos no abatedouro Distribuidora de Carne LTDA. Os animais permaneceram 16 horas de jejum de

sólidos. Foi determinado peso de abate (PA) e o peso de carcaça quente (PCQ), utilizado para cálculo de rendimento de carcaça quente (RCQ), sendo: $RCQ = (PCQ/PA)$. Após resfriadas por 24 horas nas câmeras frias, avaliou-se peso de carcaça fria (PCF). Com auxílio de paquímetro digital avaliou-se a espessura de gordura (mm) entre a 12ª e a 13ª vértebras torácicas no músculo *Longíssimus dorsi*. A área de olho do lombo (AOL) foi obtida utilizando desenho em película transparente e em seguida efetuada mensuração no software (ImageJ) (SILVA SOBRINHO; SILVA, 2000).

A meia carcaça esquerda foi seccionada em cinco cortes anatómicos: pescoço, paleta, costela, lombo e pernil (Figura 9). Os cortes foram pesados separadamente para calcular a proporção em relação ao peso da meia carcaça fria (SILVA SOBRINHO; SILVA, 2000). O índice de compacidade de carcaça (ICC) foi obtido pelo peso de carcaça fria e seu comprimento interno e o índice de compacidade de perna (ICP) pelo peso do pernil e seu comprimento.

Figura 8 – Cortes realizados na meia carcaça esquerda de cordeiros Ile de France para avaliação de carcaça



Adaptado por Santos *et al.* (2001).

3.2.5 Análises Química 12ª costela

A 12ª costela foi retirada pesada e dissecada em músculo, osso e gordura, de acordo com a metodologia de Hankins e Howe (1946). Em seguida músculo, osso e gordura foram moídas, homogeneizados e liofilizados para análise de composição centesimal de acordo com AOAC (1995) para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).

3.2.6 Análise Estatística

Os dados de peso inicial e peso final foram analisados utilizando a análise de variância (ANOVA). Os dados de características de carcaça foram analisados usando o procedimento GLM do instituto de software de análises estatística SAS (Statistical Analysis v. 9.3, Cary, NC). A comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey.

3.3 RESULTADOS

O peso inicial e peso ao abate estão apresentados na Tabela 5 e não apresentaram diferença entre os tratamentos ($P>0,05$). As características de carcaça PCQ, RCQ, ICC e ICP avaliadas foram semelhantes entre os grupos ($P>0,05$). O ICC médio dos animais foi de $0,24 \text{ kg cm}^{-1}$.

Tabela 5 – Peso ao abate (kg), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), índice de compacidade de carcaça (ICC) e índice de compacidade de perna (ICP) óleo funcional (OF), sem aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)

	OF	CONT	MON
Peso inicial (kg)	7,55±1,24	8,34±1,43	7,40±1,56
PA (kg)	26,9±5,37	28,9±4,70	29,6±2,02
PCQ (kg)	12,4±1,90	14,3±1,73	14,6±1,08
RCQ (%)	46,05±3,17	49,5±2,06	49,2±2,68
ICC (kg cm^{-1})	0,23±0,02	0,26±0,02	0,25±0,02
ICP (kg cm^{-1})	0,06±0,01	0,07±0,00	0,07±0,00
Idade inicial (dias)	14,5±1,67	17±0,76	12,5±1,61

Diferença significativa ($P<0,05$) pelo teste de Tukey entre as linhas são representadas com letras diferentes

Fonte: O autor

O consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMS%PV) não foi influenciado pelos tratamentos sendo semelhante entre os grupos ($P>0,05$). Os resultados médios foram de 2,69; 2,78 e 2,69 para os tratamentos OF, CONT e MON, respectivamente. Estes resultados estão apresentados apenas com as médias descritivas, pois os animais estavam sendo avaliados em sistema coletivo.

O rendimento dos cortes de pernil, lombo, paleta, costela e pescoço não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão de OF e MON (Tabela 7). O rendimento médio de pernil dos animais foi de 33,37% e o percentual médio de pescoço foi de 5,57%.

Tabela 6 – Rendimento dos cortes de cordeiros recebendo a inclusão de óleo funcional (OF), sem inclusão de aditivos (CONT) e monensina sódica (MON)

	OF	CONT	MON
Pernil (%)	34,16±0,96	32,71±1,88	33,24±0,88
Lombo (%)	7,40±0,88	7,83±1,43	8,86±0,97
Paleta (%)	21,15±1,49	20,13±1,40	19,93±1,29
Costela (%)	32,12±2,66	33,48±3,28	32,20±1,62
Pescoço (%)	5,15±1,17	5,83±0,74	5,74±0,51

Diferença significativa (P<0,05) pelo teste de Tukey entre as linhas são representadas com letras diferentes

Fonte: O autor

As dimensões do músculo *Longíssimus dorsi* e a composição centesimal da 12ª costela estão apresentados na Tabela 8 A altura, largura e AOL foram as mesmas entre os grupos. A AOL média dos animais foi de 11,86 cm. A composição centesimal da 12ª costela não apresentou alteração (P>0,05) devido a inclusão de OF e MON.

Tabela 7 – Média ± erro padrão das dimensões do lombo e características da 12ª costela de cordeiros recebendo dieta contendo OF (óleo funcional), CONT (controle) e MON (monensina sódica)

	OF	CONT	MON
Altura lombo (cm)	2,60±0,36	2,57±0,22	2,56±0,50
Largura lombo (cm)	5,54±0,61	6,05±0,19	6,08±0,37
AOL (cm) ²	10,38±1,60	12,60±0,49	12,62±1,13
Peso total do tecido (g) ¹	80,40±7,81	93,50±7,80	101,20±4,45
Músculo (g)	44,94±5,66	43,94±3,97	47,00±1,84
Músculo (%) ²	55,26±2,38 ^a	47,29±3,53 ^b	46,55±1,32 ^b
Osso (g)	11,87±0,57	15,90±1,40	15,88±2,26
Osso (%) ²	15,15±1,08	17,22±1,63	15,74±2,15
Gordura (g)	23,39±2,19	29,09±4,71	34,50±3,29
Gordura (%) ²	29,37±1,64	30,58±2,65	34,01±2,53
Músculo:Gordura	1,92±0,18	1,60±0,24	1,40±0,13
Composição química da 12ª costela			
MS	40,21±0,76	42,22±1,51	44,91±1,72
PB ³	23,77±2,93	22,26±3,22	24,56±2,43
MM ³	8,12±0,83	8,42±0,56	9,54±0,59
EE ³	33,20±4,02 ^b	32,19±2,73 ^b	49,06±4,10 ^a

a,b – letras minúsculas na mesma linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância (P<0,05); ¹Peso total da 12ª costela; ²Porcentagem em relação ao peso total da 12ª costela; ³Porcentagem em matéria natural

Fonte: O autor

Em relação a proporção (%) de osso, músculo e gordura, o único que apresentou diferença (P<0,05) foi o músculo. Sendo que, os animais que receberam a inclusão de OF apresentaram maior proporção de músculo em relação ao grupo CONT e MON. Nenhuma diferença foi observada na relação músculo:gordura. Na avaliação da composição química da 12ª costela os animais que receberam MON apresentaram maior conteúdo de EE (P<0,05) em relação aos demais grupos, não houve diferença para MS, PB e MM (P>0,05).

3.4 DISCUSSÃO

O peso ao abate estava próximo dos padrões recomendados para cordeiros Ile de France (CIRNE *et al.*, 2016) e não sofreu alteração entre os grupos. As características de carcaça não foram modificadas pela inclusão de OF e MON. A influência dos óleos funcionais sobre as características de carcaça ainda não tem sido suficientemente estudadas, mas alguns trabalhos tem mostrado melhora nos aspectos qualitativos devido a atividade antioxidante (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014).

A falta de influência dos aditivos no desempenho e nas características de carcaça também pode estar relacionada com a dieta alta qualidade, a qual receberam. Esta, pode ter padronizado o crescimento dos animais. Dietas com níveis elevados de energia metabolizável proporcionam aproveitamento mais eficiente da energia líquida, sendo uma parte da energia destinada para deposição de tecidos e/ou gordura (NRC, 2007).

Os rendimentos de carcaça estavam de acordo com o recomendado por Silva Sobrinho (2006) entre 40 e 50%, pois animais jovens apresentam trato gastrintestinal menores levando a um maior rendimento de carcaça (SILVA; PIRES, 2000). Melhores rendimentos de carcaça, maior ICC apresentam animais com maior deposição de tecido em regiões de maior valor comercial, que podem ser observadas nas proporções de pernil. Da mesma forma, animais com maiores ICP apresentam maiores rendimentos, conformação e proporção de cortes nobres (ISSAKOWICZ *et al.*, 2018).

Em trabalho conduzido por Ferreira Ítavo *et al.* (2009) com cordeiros confinados, recebendo dieta contendo própolis e monensina sódica, os autores não observaram alteração nos rendimentos de carcaça, ICC e ICP. A capacidade de armazenamento de tecido da carcaça e na perna não foi alterado pela inclusão de OF e MON. Porém, o ICC médio observado foi semelhante ao Issakowicz *et al.* (2018) que foi de 0,28 kg cm⁻¹. Simitzis *et al.* (2008) também não encontraram efeito do óleo essencial de orégano no PCQ e no rendimento de carcaça dos cordeiros.

Os animais apresentaram bom rendimento de pernil e paleta, confirmando aqueles obtidos por outros autores. Neste estudo os pesos dos cortes foram semelhantes aos encontrados por Cirne *et al.* (2016). Os referidos autores avaliaram cordeiros Ile de France com peso ao abate de 30 kg. Bampidis *et al.* (2005) não encontraram efeito da suplementação com alho no rendimento de carcaça e cortes comerciais de cordeiros. Segundo Zapata *et al.* (2001) estes cortes e o lombo apresentam maior valor comercial nas carcaças ovinas e caprinas. Os animais

apresentaram baixo rendimento de pescoço (corte menos nobre), sendo uma característica importante para animais produzidos para corte (PAIM *et al.*, 2013).

Com relação a AOL os animais apresentaram adequada deposição de músculo na carcaça, pois os valores médios encontrados estão de acordo os padrões recomendados, de 8 a 14 cm para cordeiros abatidos entre 15 e 40 kg de peso vivo (SILVA SOBRINHO, 2006). As dimensões do músculo *Longíssimus dorsi* são características quantitativas da carcaça e tem correlação elevada e positiva com o desenvolvimento corporal, podendo ser utilizada para determinar a quantidade de músculo na carcaça (TAYLOR, 1985).

As medidas do músculo *Longíssimus dorsi* não sofreram efeito dos aditivos. Outros trabalhos também apresentaram os mesmos resultados. Gastaldello *et al.* (2010), avaliando as características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado, contendo a inclusão de monensina sódica, observaram que a mesma não alterou a AOL. Bezerra *et al.* (2020) avaliando a inclusão de OF e selênio na dieta de cordeiros também não observaram efeito dos tratamentos sobre as características de carcaça.

A composição química da 12ª costela é um indicador da composição corporal dos animais, representando a proporção de ossos, músculo e gordura na carcaça (DA SILVA; PIRES, 2000). Estes, são influenciados principalmente pelo genótipo e nível de energia na dieta (GUTIÉRREZ; RUBIO; MÉNDEZ, 2005). Enquanto, a inclusão de aditivos OF e MON não apresentou efeito sobre o percentual de músculo, osso e gordura.

Segundo Issakowicz *et al.* (2018) animais com maior teor de gordura na carcaça apresentam maior grau de maturidade. Porém, mesmo os animais sendo abatidos jovens apresentaram alto conteúdo de EE na composição da 12ª costela. Baseado na fisiologia de formação dos tecidos em escala crescente é: tecido ósseo, muscular e adiposo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2011). Sendo a gordura apresenta de deposição mais tardia, e a tendência seria que os animais apresentassem menor concentração de EE na 12ª costela. Mas, pelo fato dos animais terem sido terminados em sistema de confinamento, com dieta de alto concentrado e, portanto, nível de energia mais elevado, depositam mais gordura na carcaça (MENDONÇA *et al.*, 2008).

Nas condições deste estudo, nem o óleo funcional e a monensina sódica não afetaram as características de carcaça. Na literatura poucos estudos são encontrados sobre a influência dos óleos funcionais sobre as características de carcaça de ovinos, sendo necessários mais pesquisas *in vivo* a fim de investigar seus efeitos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. K. G. et al. Addition of anacardic acid as antioxidants in broiler chicken mortadella. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 3, p. 539–545, 2015.
- ALVES, K. S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1927–1936, 2003.
- BAMPIDIS, V. A. et al. Effect of dietary garlic bulb and garlic husk supplementation on performance and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 121, n. 3–4, p. 273–283, 2005.
- BEZERRA, H. V. A. et al. Effect of castor and cashew nut shell oils, selenium and vitamin e as antioxidants on the health and meat stability of lambs fed a high-concentrate diet. **Antioxidants**, v. 9, n. 12, p. 1–18, 2020.
- CIRNE, L. G. A. et al. Carcass characteristics of lambs fed diets with mulberry hay. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2737–2747, 2016.
- DA SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações Quantitativas e Predição das Proporções de Osso, Músculo e Gordura da Carcaça em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1253–1260, 2000.
- DE OLIVEIRA, I. M. et al. Pattern of tissue deposition, gain and body composition of Nellore, F 1 Simmental × Nellore and F 1 Angus × Nellore steers fed at maintenance or ad libitum with two levels of concentrate in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2886–2893, 2011.
- EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the council on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Communities**, v. 268, n. 1831, p. 29–43, 2003.
- FERREIRA, E. M. et al. Growth, feed intake, carcass characteristics, and eating behavior of feedlot lambs fed high-concentrate diets containing soybean hulls. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 12, p. 4120–4126, 2011.
- FERREIRA ÍTAVO, C. C. B. et al. Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 898–905, 2009.
- GASTALDELLO, L. A. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo alta proporção de concentrado adicionadas de agentes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 556–562, 2010.
- GUTIÉRREZ, J.; RUBIO, M. S.; MÉNDEZ, R. D. Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. **Meat Science**, v. 70, n. 1, p. 1–5, 2005.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. 1946. Estimation of the Composition of Beef Carcasses and Cuts. USDA, Washington, DC, USA. (Technical Bulletin, 926).

ISSAKOWICZ, J. et al. Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 4, p. 288–295, 2018.

JEDLICKA, M. E.; PUREVJAV, T.; CONOVER, A. J.; HOFFMAN, M. P.; PUSILLO, G.; TORRENT, J. Effects of Functional Oils and Monensin Alone or in Combination on Feedlot Cattle Growth and Carcass Composition (Progress Report). **Animal Industry Report**, 2009.

MENDONÇA, G. DE et al. Época de nascimento sobre a composição regional e tecidual da carcaça de cordeiros da raça Texel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1072–1078, 2008.

MIE, A. et al. Human health implications of organic food and organic agriculture: A comprehensive review. **Environmental Health: A Global Access Science Source**, v. 16, n. 1, p. 1–22, 2017.

MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 981–989, 2014.

PAIM, T. DO P. et al. Performance, survivability and carcass traits of crossbred lambs from five paternal breeds with local hair breed Santa Inês ewes. **Small Ruminant Research**, v. 112, n. 1–3, p. 28–34, 2013.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1790–1796, 2009.

SILVA SOBRINHO, A.G.; SILVA, A.M.A. Produção de carne ovina - Parte II. *Revista Nacional da carne*, v.24. n. 286, p.30-36, 2000.

SIMITZIS, P. E. et al. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. **Meat Science**, v. 79, n. 2, p. 217–223, 2008.

TAYLOR, C. S. Use of Genetic Size-Scaling in Evaluation of Animal Growth. **Journal of Animal Science**, v. 61, p. 118–143, 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3597, 1991.

THOMPSON, A. J. et al. Ionophore strategy affects growth performance and carcass characteristics in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 12, p. 5341–5349, 2016.

ZAPATA, F. J. F. et al. Características De Carcaça De Pequenos Ruminantes Do Nordeste Do Brasil. **Ciência Animal**, v. 11, n. 2, p. 79–86, 2001.