



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL E
RECURSOS PESQUEIROS



USO DO OLÉO DE COPAÍBA (*Copaifera* sp.) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS
ANCELMO RODRIGUES CUNHA

MANAUS- AMAZONAS

Setembro, 2021

ANCELMO RODRIGUES CUNHA

USO DO OLÉO DE COPAÍBA (*Copaifera* sp.) NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS

Orientador: Marcos Vinícius de Castro Ferraz Junior, Dr.

Co-orientador:

Evandro Maia Ferreira, Dr.

Ronaldo Francisco de Lima, Dr.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros - PPGCARP da Universidade Federal do Amazonas, UFAM como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros.

MANAUS- AMAZONAS

Setembro, 2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C972u Cunha, Ancelmo Rodrigues
Uso do óleo de copaíba (Copaifera sp.) na alimentação de ovinos
/ Ancelmo Rodrigues Cunha . 2021
34 f.: 31 cm.

Orientador: Marcos Vinícius de Castro Ferraz Junior
Coorientador: Ronaldo Francisco de Lima
Coorientador: Evandro Maia Ferreira
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Recursos
Pesqueiros) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Aditivos. 2. Desempenho. 3. Digestibilidade. 4. Metabolismo. I.
Ferraz Junior, Marcos Vinícius de Castro . II. Universidade Federal
do Amazonas III. Título

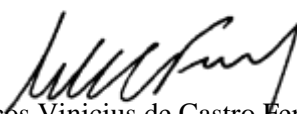
ANCELMO RODRIGUES CUNHA

Uso do óleo de copaíba (*Copaifera* sp.) na alimentação de ovinos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, área de concentração em Produção Animal.

Aprovado em 21 de setembro de 2021.

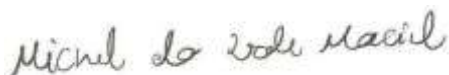
BANCA EXAMINADORA



Dr. Marcos Vinicius de Castro Ferraz Junior - Presidente
Universidade Federal do Amazonas – UFAM



Dr. Daniel Montanher Polizel - Membro
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ/USP



Dr. Michel do Vale Maciel - Membro
Universidade Federal do Amazonas – UFAM

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a DEUS, que fez com que meus objetivos fossem alcançados, durante meus anos de estudo.

Sou grato a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) pela oportunidade ofertada em cursar Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros (PPGCARP).

Ao Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) e ao Laboratório de Nutrição e Reprodução Animal (LNRA), por me conceder estrutura e apoio durante toda minha pesquisa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pela bolsa concedida para que pudesse ser realizada esta pesquisa.

A toda turma do Programa Pós-Graduação Ciência Animal (PPGCAN-2019), pelo companheirismo nesses dois anos de mestrado.

A minha família “JACK’S”, Armando, Daniely Pimentel, Edson Rodrigues, Eliena (Xhê), Brenda e João Marcos pela grande ajuda, força, amizade e risadas, durante esses dois anos de mestrado. Minha eterna gratidão.

Deixo registrado aqui, o meu reconhecimento, a meu orientador, Professor Dr. Marcos Vinícius de Castro Ferraz Junior, por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, pelos ensinamentos, paciência, confiança e oportunidade de trabalhar em sua equipe.

Ao Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires, um grande exemplo de profissional, por ter contribuído com seus conhecimentos, me dando apoio e incentivo durante a realização do experimento e escrita da dissertação.

Ao Dr. Evandro Ferreira e Dr. Daniel Polizel pelos ensinamentos, que foram fundamentais e me permitiram apresentar um melhor desempenho nessa pesquisa.

À Dra. Janaína Biava, por toda ajuda pessoal e profissionalmente, pela contribuição com seus conhecimentos e pela grande amizade construída ao longo destes dois anos.

A equipe SIPOC, em especial a Thamires Ubices Sturion e Nathalia Rubio Eckaermann por me ajudarem em tudo que precisei pessoal e profissionalmente e pela amizade que pretendo levar para o resto da vida.

Aos técnicos e funcionários do SIPOC/LNRA, em especial ao Sr. Marcos, Zica, Sr. Roberto e Luciana (Lu), pela amizade e contribuição.

E a todos que direta e indiretamente me ajudaram até aqui. Serei para sempre grato.

E por último e não menos importante: Agradeço em especial aos meus amados pais, Gesualda Rodrigues Cunha e Ledilson Rocha Cunha pelo amor, dedicação, apoio incondicional em todos os momentos e pelas palavras de incentivo. Aos meus amados irmãos pela amizade, companheirismo, e apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

A Terezinha Teixeira de Souza, minha noiva, amiga e companheira, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando para realização dessa conquista.

A toda minha família, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Aos meus amigos Danielly, Armando, Brenda, Eliena, Amanda pelos momentos de alegria e descontração.

A minha noiva Terezinha Teixeira de Souza pelo incentivo, dedicação e paciência; e a todos que contribuíram direto e indiretamente para que eu chegasse até aqui.

Dedico!

Resumo: Foram realizados dois experimentos com o objetivo de avaliar o uso do óleo de copaíba em dietas para ovinos confinados sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio. Os tratamentos avaliados foram: sem adição de aditivos (controle), 8 mg/kg de MS de monensina sódica, 250, 500 e 750 mg de óleo de copaíba / kg de matéria seca, em uma dieta contendo 70% de concentrado e 30% de volumoso (feno de “coastcross”). No experimento I de desempenho animal, foram utilizadas 40 borregas (Dorper x Santa Inês), com idade média de $8 \pm 1,0$ meses e peso corporal médio de $37 \pm 6,0$ kg, distribuídas entre os tratamentos utilizando blocos casualizados com 8 (oito) repetições por tratamento. No experimento II de digestibilidade e balanço de nitrogênio, foram utilizados cinco borregos (Dorper x Santa Inês) castrados, com peso médio inicial de 37 kg e aproximadamente 8 meses de idade canulados no rúmen. O delineamento utilizado no experimento foi em reversão, quadrado latino 5 x 5. Todos os dados foram analisados por ANAVA usando o procedimento MIXED do SAS (1999). Os efeitos das concentrações de óleo de copaíba nas dietas foram avaliados por meio de polinômios ortogonais linear e quadrático. Os efeitos foram declarados significativos quando $P < 0,05$. Os aditivos não afetaram o desempenho dos animais. O consumo de matéria seca e dos nutrientes também não foi influenciado pela inclusão de aditivos (monensina ou óleo de copaíba) nas dietas experimentais em relação à dieta controle. Com relação à digestibilidade dos nutrientes, também não houve diferença estatística na digestibilidade da MS e MO das dietas experimentais. Os aditivos também não afetaram a concentração molar de AGCC, pH ruminal e N-amoniaco. Os aditivos alimentares, nas dosagens utilizadas neste experimento, não foram efetivos em afetar o desempenho, digestibilidade e a fermentação ruminal em cordeiros.

Palavras-chave: Aditivos. Desempenho. Digestibilidade. Metabolismo.

Abstract: Two experiments were carried out to evaluate the effect of copaiba oil as feed additive on performance, nutrient digestibility and nitrogen balance of lambs in feedlot. The treatments were: no additives (control), 8 mg / kg of sodium monensin DM, 250, 500 and 750 mg of copaiba oil / kg of dry matter, in a diet containing 70% concentrate and 30% forage (coastcross hay). In performance experiment, 40 ewe lambs (Dorper x Santa Inês) were used, with a mean age of 8 ± 1.0 months and mean body weight of 37 ± 6.0 kg, distributed among the treatments using randomized blocks with 8 (eight) repetitions per treatment. In digestibility trial, five castrated lambs (Dorper x Santa Inês), with average initial weight of 37 kg and approximately 8 months of age, cannulated in the rumen were used. The design used in the experiment was 5 x 5 Latin square. All data was analyzed by ANAVA using the MIXED procedure from SAS (1999). The effects of dosage of copaiba oil was assessed by linear and quadratic orthogonal polynomials. Effects were declared when $P < 0.05$. The additives did not affect the performance of lambs. Dry matter and nutrient intake was not influenced by the inclusion of additives (monensin or copaiba oil) in the experimental diets compared to the control diet. Regarding nutrient digestibility, there was also no difference in the DM and OM digestibility according to experimental diets. The additives also did not affect the molar concentration of SCFA, ruminal pH and N-ammonia. Feed additives, at the dosages used in this trial, were not effective in affecting performance, digestibility and ruminal fermentation in lambs.

Keywords: Additives. Performance. Digestibility. Metabolism.

Sumário

1. Introdução.....	11
2. Objetivos.....	12
3. Hipótese.....	12
4. Revisão bibliográfica.....	12
4.1 Fermentação ruminal.....	12
4.2 Uso de aditivos ionóforos.....	13
4.3 Óleo de copaíba.....	15
5. Materiais e Métodos.....	16
5.1 Experimento I: Desempenho de borregas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba.	16
Local, animais e instalações experimentais.....	16
Delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar.....	16
Análises laboratoriais.....	18
Análise estatística.....	19
5.2 Experimento II: Consumo e digestibilidade dos nutrientes cordeiros alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba.	19
Animais e instalações experimentais.....	19
Delineamento experimental e tratamentos.....	19
Digestibilidade dos nutrientes.....	20
Análises laboratoriais e cálculos.....	20
Análise estatísticas.....	20
6. Resultados.....	21
7. Discussão.....	27
8. Conclusão.....	29
9. Referências bibliográficas.....	29

1. Introdução

A ovinocultura brasileira tem sua produção concentrada em sua grande maioria sob sistemas de pastejo, que depende diretamente das variações climáticas e ambientais, o que em última instância vai determinar a produção e a qualidade de forragem. Animais em pastejo, tem suas necessidades nutricionais atendidas apenas pelo fornecimento da forragem, no entanto, se estas necessidades não forem atendidas, seja pela quantidade e/ou qualidade da forragem fornecida, o animal passará a usar suas reservas corporais. Para evitar esse cenário, a suplementação dos animais em pastejo é uma estratégia para atender as necessidades nutricionais, aumentando a eficiência, encurtando ciclos produtivos de crescimento e engorda (PAULINO et al., 2004).

Um dos maiores objetivos da pecuária é a busca pelo aumento da eficiência alimentar, contribuindo para diminuição dos custos com alimentação. Um dos métodos para reduzir estes custos na produção animal é o uso de aditivos na alimentação. Os aditivos nutricionais proporcionam aumento na eficiência alimentar com consequente aumento nos ganhos diários e redução do consumo, associados a efeitos adicionais, tais como: redução da incidência de distúrbios metabólicos e coccidioses. Os ionóforos são os aditivos alimentares mais utilizados no mundo para modulação da fermentação ruminal e contribuem expressivamente para o aumento do desempenho animal. Dessa forma, ionóforos como a monensina sódica podem melhorar a eficiência alimentar, diminuir a produção de metano e minimizar os riscos de ocorrência de distúrbios metabólicos (JAFARI et al., 2019; RUSSEL; STROBEL, 1989). Frente as questões econômicas e ambientais, observa-se um crescente interesse científico por alternativas que proporcionem efeitos semelhantes aos ionóforos, que sejam seguras ao consumo humano e aceitas pela sociedade consumidora. Neste sentido, pesquisadores têm explorado estratégias de manipulação da fermentação ruminal a partir de biomoléculas de fontes vegetais com propriedades antimicrobianas, demonstrando grande potencial de utilização na nutrição animal (CALSAMIGLIA et al., 2007).

O óleo-resina de copaíba é um dos principais produtos naturais da região amazônica e pode ser extraído de forma sustentável por meio da perfuração do caule das árvores do gênero *Copaifera* (MEDEIROS e VIEIRA, 2008). As propriedades já confirmadas para o óleo-resina de copaíba apresentam-se a atividade anti-inflamatória (VEIGA JUNIOR et al., 2007), antitumorais (OHSAKI et al., 1994), fungitóxica (DEUS

et al., 2011) e atividade contra parasitas, como exemplo da *Leishmania amazonensis* (SANTOS et al., 2008).

2. Objetivos

Avaliar os efeitos da inclusão de doses óleo de copaíba (*Copaifera* sp.) sobre o desempenho produtivo, digestibilidade de nutrientes na dieta de ovinos em confinamento.

3. Hipótese

A inclusão do óleo de copaíba na dieta resultará em aumento eficiência alimentar dos animais. Além disso, nas dietas que forem incluso óleo de copaíba esperasse melhor digestibilidade dos nutrientes quando comparadas as outras dietas.

4. Revisão bibliográfica

a. Fermentação ruminal

A fermentação ruminal é resultante de atividades físicas, químicas e microbiológicas, pelas quais ingredientes advindos da dieta são metabolizados à produtos como ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína microbiana, vitaminas do complexo B, metano e CO₂. O fornecimento regular de alimento, manutenção da temperatura, osmolaridade, pH ruminal, remoção dos ácidos produzidos pela fermentação, tamponantes, e remoção dos produtos microbianos junto aos resíduos indigestíveis dos alimentos tornam o rúmen um ambiente favorável ao crescimento microbiano (OWENS & GOETSCH, 1988).

Os principais AGCC produzidos a partir da fermentação ruminal são acético, propiônico e butírico. A quantidade e a concentração dos ácidos graxos são dependentes do substrato fermentado, sendo a maior parte constituída por celulose, hemicelulose, pectina, amido, dextrinas e carboidratos solúveis (BERGMAN, 1990). De forma geral, a produção total dos ácidos graxos no rúmen, bem como a proporção, é um produto diretamente relacionado com a composição da dieta, os níveis de ingestão e digestão (ASCHENBACH et al., 2011).

Em dietas com alto teor de amido, as bactérias predominantes são as amilolíticas, resultando em pH normalmente mais baixo e maior produção de propionato (KAUFMANN et al., 1980). Por outro lado, as dietas com alto teor de forragens são caracterizadas por serem ricas em celulose, hemicelulose e com baixas concentrações de

amido, favorecem o crescimento de bactérias celulolíticas, e a fermentação desse substrato resulta em grande produção de acetato (OWENS & GOETSCH, 1988).

b. Uso de aditivos ionóforos

Dos produtos da fermentação ruminal os AGCC e a proteína microbiana são as principais fontes de nutrientes para o ruminante. Por outro lado, outros produtos como metano, calor e amônia representam perdas de energia e proteína para o ambiente. A manipulação ruminal através de substâncias introduzidas na dieta é uma alternativa para aumentar a eficiência de dietas ingeridas pelos ruminantes. Sendo atualmente os ionóforos um dos principais aditivos alimentares utilizados na dieta de bovinos em confinamentos (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

Os ionóforos são moléculas de baixo peso molecular variando do 500 a 2000 Daltons, produzidos principalmente por meio da fermentação de bactérias do gênero *Streptomyces* (ber, 1995). São considerados pelo FDA (Food and Drugs administration) antibióticos, porém, não são de uso compartilhado com os seres humanos, sendo essencialmente naturais (BERCHIELLI; BERTIPAGLIA, 2010). Todos são ácidos orgânicos com pKa entre 6,4 a 6,6 pouco solúveis em meio aquoso, devido ao exterior da molécula ser hidrofóbico, e solúveis em solventes orgânicos sendo altamente lipofílicos.

Os ionóforos interagem passivamente com íons e cátions (K^+ , Na^+ , Ca^{++} e Mg^{++}), servindo, como veículo de transporte para estes entre as membranas. Atualmente mais de 120 tipos de ionóforos são conhecidos, como a monensina sódica, lasalocida, salinomicina, narasina e senduramicina, estas aprovadas para o uso em dietas de ruminantes no Brasil (MAPA, 2015). Apesar de existir diversos ionóforos, essas diferentes moléculas possuem um modo de ação comum, ao se ligarem a membrana celular das bactérias e protozoários alteram o transporte celular de íons, alterando o gradiente osmótico celular (DEGANI & ELGAVISH, 1978; SAINI et al., 1979), causando um desequilíbrio eletrostático entre o meio interno e externo não favorável ao metabolismo normal dos microrganismos susceptíveis a ação dessas moléculas. As diferenças existentes entre os ionóforos estão relacionados a especificidade catiônica e capacidade de atingir concentrações efetivas de ação no ambiente ruminal (PRESSMAN, 1976; CHOW et al., 1994).

O complexo formado entre o ionóforo e o cátion de maior afinidade liga-se a bactéria, tornando-se capaz de interagir na bicamada lipídica da membrana celular. Uma

vez solubilizado na membrana, o cátion complexado é trocado por um próton, sendo que o gradiente de cátion e a afinidade relativa dos ionóforos determinam as trocas dos ions. Como o maior gradiente de concentração no citoplasma bacteriano é o potássio (K⁺) comparado ao meio externo, isso impulsiona a troca de uma molécula de K⁺ intracelular por um próton extracelular. Tendo depositado no meio intracelular o cátion complexado no fluido extracelular, o ionóforo novamente liga-se a um cátion, reiniciando o processo (RUSSELL & STROBEL, 1989). Essas reações ocorrem de maneira rápida, resultando em redução na concentração intracelular de potássio e redução do pH, e aumento na concentração intracelular de sódio (RUSSELL & STROBEL, 1989).

A ação dos ionóforos no rúmen proporciona a mudança na população microbiana, selecionando as bactérias Gram-negativas produtoras de ácido succínico ou que fermentam ácido láctico e inibindo as Gram-positivas produtoras de ácido acético, butírico, láctico e H₂ (MORAIS et al., 2006). A atuação dos ionóforos sobre os microrganismos ruminais é dependente da permeabilidade do invólucro da célula. As bactérias Gram-positivas apresentam apenas uma membrana, tornando-as mais susceptíveis a ação dos ionóforos, enquanto as Gram-negativas apresentam uma segunda membrana externa (NICODEMO, 2001). A bactéria Gram-negativa é impermeável a partículas grandes (RUSSELL; STROBEL, 1989), sendo que os canais de proteínas existentes (porinas) possuem tamanho máximo de 600 Dalton. Os ionóforos por sua vez, possuem tamanho superior, não atuando sobre esse conjunto de bactérias. As Gram-positivas possuem apenas uma membrana, que é mais porosa, permitindo a ação dos ionóforos (MORAIS et al., 2006).

A utilização de ionóforos em dietas de ruminantes resulta em benefícios biológicos, como melhor eficiência de retenção de energia e utilização de nitrogênio advindo da dieta (TEDESCHI et al., 2003), alteração nas proporções molares dos AGCC produzidos no rúmen (ROCHA JÚNIOR et al., 2010) e mitigação na produção de metano (RODRIGUEZ; CAMPOS, 2007); minimiza a ocorrência de distúrbios metabólicos de caráter nutricional, como acidose, timpanismo e laminite (OWENS et al., 1998); diminui a deaminação e absorção de amônia, aumentando o influxo de proteína de origem alimentar para o intestino delgado (BERGEN; BATES, 1984). Além desta melhora no metabolismo o ionóforo promove a redução da ingestão de matéria seca (DUFFIELD et al., 2012), melhora na eficiência (MORAIS et al., 2011; POLIZEL, 2016) e conversão alimentar, devido à redução no consumo de MS e melhora no aproveitamento da energia

da dieta (DUFFIELD et al., 2012; GOBATO, 2017), aumento na concentração total de AGCC (POLIZEL, 2016), aumento no GMD (GOBATO, 2017).

c. Óleo de copaíba

Popularmente chamadas de copaíba, pau-d'óleo, copaíba-roxa e copaíba-mari-mari (MENDONÇA; ONOFRE, 2009). As espécies de copaíba são amplamente distribuídas nas regiões amazônica e Centro-Oeste do Brasil, sendo o óleo de copaíba extraído de uma grande variedade de espécies de *Copaifera* (Leguminosae-Caesalpinioideae) (BIAVATTI et al., 2006).

O óleo-resina de copaíba é um dos principais produtos naturais da região amazônica e pode ser extraído de forma sustentável por meio da perfuração do caule das árvores do gênero *Copaifera* (MEDEIROS e VIEIRA, 2008). Quimicamente, o óleo-resina de copaíba é uma solução de ácidos diterpênicos, em um óleo essencial constituído por sesquiterpenos. O composto sesquiterpeno é dividido em oxigenados e hidrocarbonetos (ROMERO, 2007; PIERI; MUSSI; MOREIRA, 2009). Trata-se de um líquido transparente, cuja coloração varia do amarelo até o marrom, apresenta cheiro forte, sabor acre e amargo. Estudos fitoquímicos demonstram que os óleos de copaíba são misturas de sesquiterpenos e diterpenos, sendo o ácido copálico e os sesquiterpenos β -cariofileno e α -copaeno, os principais componentes do óleo. (VEIGA JUNIOR; PINTO, 2002).

O óleo-resina de copaíba apresenta atividade anti-inflamatória (VEIGA JUNIOR et al., 2007a) e antitumorais (OHSAKI et al., 1994). Outras propriedades referem-se à atividade fungitóxica (DEUS et al., 2011) e atividade contra parasitas da *Leishmania amazonensis* (SANTOS et al., 2008).

Além disso, o óleo de copaíba tem mostrado propriedades antioxidantes (Maciel et al., 2002) e gastro-protetoras (Paiva et al., 1998) que podem promover a qualidade da carne e beneficiar ruminantes alimentados com dietas à base de grãos. Moura et al., (2017) avaliando a eficiência alimentar e características de carcaça de cordeiros em confinamento suplementados com monensina ou doses crescentes de óleo essencial de copaíba demonstraram que a suplementação de CO variando de 0,5 a 0,75 g / kg pode melhorar a eficiência alimentar e o GMD, conseqüentemente diminuindo o tempo de confinamento dos cordeiros, e o CO podendo ser usado no lugar do MON em dietas para cordeiros em confinamento.

5. Materiais e Métodos

a. Experimento I: Desempenho de borregas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba.

Local, animais e instalações experimentais

O experimento com número de protocolo CEUA 8996290420, foi conduzido nas instalações para confinamento de ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba-SP (22° 42’ 24’’ S e 47° 37’ 53’’ O), Brasil.

Utilizou-se 40 borregas mestiças (Dorper x Santa Inês), com peso médio inicial de aproximadamente $37 \pm 6,0$ kg e $8 \pm 1,0$ meses de idade. Os animais foram confinados em sistema *Tie stall*, em baias cobertas (1 animal/baia) com piso ripado, providas de comedouros e bebedouro e saleiro para suplementação mineral.

Delineamento experimental, tratamentos e manejo alimentar

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com 5 tratamentos e 8 blocos. Os blocos foram definidos de acordo com o peso e idade dos animais no início do experimento. O período experimental teve duração de 84 dias, divididos em três subperíodos de 28 dias.

Os tratamentos experimentais foram definidos como: controle (CON) sem adição aditivos, 8 mg/kg de MS de monensina sódica (Elanco do Brasil, São Paulo, Brasil) (MON), 250 (OC 250), 500 (OC 500) e 750 (OC750) mg de óleo de copaíba / kg de MS, a uma dieta base contendo 70% de concentrado e 30% de volumoso (feno de “coastercross”), formulada utilizando o programa *Small Ruminant Nutrition System* (SRNS versão 1.10.6630.15676; CANNAS *et al.*, 2004), de acordo com as recomendações do National Research Council – NRC (2007). A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas, % da MS.

Ingrediente	Dietas				
	CONTROLE	MON	OC 250	OC 500	OC 750
Feno de coastcross	30	30	30	30	30
Milho Moído	56	56	56	56	56
Farelo de Soja	10	10	10	10	10
Ureia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcário	1	1	1	1	1
Cloreto de amônia	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura Mineral	2	2	2	2	2
Monensina, mg/kg de MS	-	8	-	-	-
Óleo de Copaíba mg/kg de MS	-	-	250	500	750
Composição química					
Matéria seca	94,14 ± 0,2	94,10 ± 0,0	94,16 ± 0,02	94,14 ± 0,1	94,11 ± 0,3
Proteína bruta	17,7 ± 0,2	17,5 ± 0,2	17,7 ± 0,2	17,7 ± 0,0	17,5 ± 0,1
Fibra insolúvel em Detergente Neutro	28,9 ± 0,1	29,1 ± 0,0	29,1 ± 0,2	29,1 ± 0,0	29,1 ± 0,2
Carboidratos não fibrosos	43,7 ± 0,1	43,4 ± 0,1	43,5 ± 0,0	43,2 ± 0,3	43,4 ± ,2
Extrato Etéreo	2,9 ± 0,3	3,0 ± 0,1	2,8 ± 0,1	2,9 ± 0,2	3,0 ± 0,2
Cinzas	6,8 ± 0,3	7,0 ± 0,2	6,9 ± 0,1	7,1 ± 0,0	7,0 ± 0,3

CONTROLE: sem aditivo na dieta; MON: 8 mg de monensina sódica / kg de MS; OC 250: 250 mg de óleo de copaíba / kg de MS; OC 500: 500 mg de óleo de copaíba / kg de MS; OC 750: 750 mg de óleo de copaíba / kg de MS.

Todos os ingredientes necessários para formulação das dietas foram processados na fábrica de ração do SIPOC/ESALQ. As dietas que não continham monensina foram processadas primeiro e posteriormente a que continha monensina, esse procedimento foi usado a fim de minimizar o risco de contaminação da dieta. Diariamente, a dieta foi pesada em balança eletrônica de precisão de 1 g (Marte[®], LC 100, São Paulo, Brasil) e ofertadas. O óleo de copaíba foi pesado diariamente realizando uma pré-mistura das respectivas dosagens de cada tratamento. Os animais de todos os tratamentos receberam suas respectivas dietas experimentais, contudo para garantir consumo *ad libitum* às sobras foram mantidas em aproximadamente 10% da quantidade ofertada, tendo como base o consumo do dia anterior. Uma vez por período, a sobra de cada unidade experimental foi pesada para o cálculo do consumo de matéria seca (CMS), amostradas (10%) e compostas por unidade experimental e por tratamento. A cada batida de ração, uma amostra foi colhida e conservada a -20 °C para posterior análise da composição bromatológica.

O ganho médio diário de peso corporal (GMD) dos animais foi acompanhado por meio de pesagens realizadas nos dias 0, 28, 56 e 84 do período experimental após jejum de sólidos de 16 horas. A partir dos dados de CMS e GMD foi calculado a eficiência alimentar (EA; EA = kg de GMD/kg de CMS).

Análises laboratoriais

As amostras das rações ofertadas e das sobras foram moídas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) com peneiras com crivos de 1,0 mm e analisadas para determinação da matéria seca (MS) por meio da secagem das amostras em estufa a 105 °C por 24 h, matéria mineral (MM) através da incineração das amostras em mufla a 550 °C por 4 h (AOAC, 1990), nitrogênio total utilizando um aparelho Leco Tru Mac N (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) conforme Van Soest; Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom 200 (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY). O extrato etéreo será determinado utilizando um aparelho Leco TFE2000 (LECO® Corp.). A concentração de FDN foi determinada segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom A2000 (Ankom Tech. Corp., Macedon, NY).

Análise estatística

Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (1999), de acordo com o modelo estatístico que segue: $Y = \mu + B_i + T_j + P_k + (TP)_{jk} + E_{ijk}$, em que: μ = média geral, B_i = efeito de bloco ($i = 1$ a 14), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 4), P_k = efeito de período ($k = 4$), $(TP)_{jk}$ = interação entre tratamento e período experimental, E_{ijk} = erro residual. Os efeitos das concentrações do óleo de copaíba nas dietas foram avaliados por meio de polinômios ortogonais linear e quadrático. O efeito de período e interação entre tratamentos e períodos foram determinado pelo teste F da análise de variância. Os efeitos foram declarados significativos quando $P < 0,05$.

b. Experimento II: Consumo e digestibilidade dos nutrientes cordeiros alimentados com dietas contendo níveis crescentes de óleo de copaíba.

Animais e instalações experimentais

O experimento foi conduzido nas instalações para estudos metabólicos com ovinos do Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba-SP (22° 42’ 24’’ S e 47° 37’ 53’’ O), Brasil.

Foram utilizados cinco cordeiros (Dorper x Santa Inês) castrados, com peso médio inicial de $37 \pm 6,0$ kg e aproximadamente $8 \pm 1,0$ meses de idade, canulados no rúmen. Um mês antes do início do experimento os animais foram preparados cirurgicamente para colocação das cânulas. Após a cicatrização, foram alojados individualmente em gaiolas para ensaios de metabolismo com dimensões de 1,30 x 0,55 m, providas de cocho, bebedouro e sistema para colheita de fezes e urina. Todos os animais foram deverminados com 1,0% moxidectin (Cydectin, Fort Dodge Saúde Animal, Campinas, São Paulo, Brasil) na dosagem de 1 mL/50 kg de peso corporal (PC) e receberam aplicação de suplemento vitamínico ADE antes do início do experimento.

Delineamento experimental e tratamentos

O período experimental teve duração de 105 dias, sendo divididos em cinco subperíodos de 21 dias, dos quais 15 dias foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais, 5 dias para mensuração do CMS, colheita de fezes e urina e 1 dia para colheita de conteúdo ruminal. Os tratamentos foram arranjados em quadrado latino

5 x 5. Os tratamentos experimentais e oferta das dietas foram os mesmos propostos no Experimento I. Vale ressaltar que os experimentos foram realizados simultaneamente.

Digestibilidade dos nutrientes

Entre o 16º e 20º dia de cada período experimental, às 07h00min da manhã, a produção fecal total dos animais foi quantificada, e uma amostra representativa de 10% da produção fecal diária foi colhida e armazenada a -20 °C para posterior análise.

Análises laboratoriais e cálculos

Depois de descongeladas, as amostras dos ingredientes, das rações ofertadas, das sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 72 horas. Em seguida todas as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley (Marconi, Piracicaba, Brasil) com peneiras com crivos de 1,0 mm. O teor de matéria seca (MS) final das amostras foi determinado por meio da secagem em estufa a 105 °C por 24 h, a matéria orgânica (MO) foi obtida por meio da incineração da amostra em mufla a 550 °C por 4 h (AOAC, 1990). A concentração de N total foi determinada através da combustão da amostra utilizando um aparelho Leco Tru Mac N (Leco Corporation, St. Joseph, MI), conforme a AOAC (1997). O extrato etéreo foi determinado utilizando um aparelho Leco TFE2000 (LECO® Corp.). A concentração de FDN foi determinada segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), utilizando α -amilase termoestável e sulfito de sódio, em um aparelho Ankom A2000 (Ankom Tech. Corp., Macedon, NY).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados de acordo com a equação: $CNF (\%) = 100\% - (\% FDN + \% CP + \% EE + \% MM)$.

Análise estatísticas

Todos os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (1999). Os dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes foram analisados de acordo com o modelo estatístico: $Y = \mu + A_i + T_j + P_k + E_{ijk}$, em que: μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), P_k = efeito de período ($k = 5$), E_{ij} = erro residual.

Os dados de fermentação ruminal foram analisados como medidas repetidas no tempo, conforme o seguinte modelo estatístico: $Y = \mu + A_i + T_j + P_k + H_l + (TH)_{jl} + E_{ijk..}$, em que: μ = média geral, A_i = efeito de animal ($i = 1$ a 5), T_j = efeito de tratamento ($j = 1$ a 5), P_k = efeito de período ($k = 5$), H_l = efeito de hora após alimentação, $(TH)_{jl}$ = efeito de interação entre tratamento e horas após alimentação, E_{ijkl} = erro residual. O efeito da concentração de óleo de copaíba na dieta foi avaliado por meio de polinômios

ortogonais linear e quadrático. Os efeitos de período e interação entre tratamentos e períodos foram determinados pelo teste F da análise de variância. Os efeitos foram declarados significativos quando $P < 0,05$.

6. Resultados

Não houve diferença no peso corporal ($P > 0,05$), CMS ($P = 0,61$), GMD ($P = 0,84$) e EA ($P = 0,76$) entre os tratamentos, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho de cordeiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de óleo de copaíba no experimento I.

Item	Dietas					SEM	P-valor
	CONTROLE	MON	OC 250	OC 500	OC 750		
Ganho de peso							
Peso vivo inicial, kg	38,29	38,20	37,20	37,70	37,20	1,67	0,98
Peso metabólico inicial, kg	15,35	15,34	15,06	15,21	15,05	0,50	0,99
Peso vivo final, kg	49,38	49,55	49,70	49,50	49,55	2,39	1,00
Peso metabólico final, kg	18,60	18,60	18,70	18,60	18,70	0,67	1,00
GMD, g	132,00	135,00	149,00	140,00	149,00	0,01	0,84
CMS							
Gramas	1010,42	1075,17	1133,93	1069,83	1212,46	91,91	0,61
kg/PV	2,29	2,44	2,59	2,42	2,78	0,13	0,13
PV 0,75	58,86	62,62	66,64	52,42	71,36	3,83	0,21
EA, g de ganho/kg	132,00	125,00	132,00	134,00	122,00	0,01	0,76

CON: sem aditivo na dieta; MON: 8 mg de monensina sódica; OC 250: 250 mg de óleo de copaíba / kg de MS; OC 500: 500 mg de óleo de copaíba / kg de MS; OC 750: 750 mg de óleo de copaíba / kg de MS; GMD: ganho médio diário; CMS: consumo de matéria seca; PV 0,75; peso vivo metabólico; EA: eficiência alimentar.

Os dados de consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes estão apresentados na Tabela 3. O consumo de matéria seca e dos nutrientes não foi influenciado pela inclusão dos aditivos (monensina ou óleo de copaíba) nas dietas experimentais quando comparado com a dieta controle. Com relação digestibilidade dos nutrientes, também não houve diferença estatística na digestibilidade da MS e MO das dietas experimentais.

Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo de copaíba no experimento II.

Item	Dietas					SEM	P-valor		
	COM	MON	OC 250	OC 500	OC 750		T	A	P
Consumo (kg/d)									
CMS	1,294	1,258	1,070	1,320	1,212	0,071	0,171	0,002	0,240
CMO	1,204	1,172	1,000	1,226	1,126	0,064	0,164	0,002	0,234
CPB	0,266	0,258	0,220	0,268	0,246	0,014	0,158	0,002	0,258
CCNF	0,608	0,576	0,502	0,592	0,542	0,027	0,108	0,002	0,307
CFDN	0,276	0,302	0,252	0,302	0,290	0,022	0,489	0,003	0,132
CFDA	0,096	0,102	0,088	0,114	0,104	0,007	0,163	0,001	0,076
CEE	0,092	0,028	0,026	0,034	0,036	0,029	0,477	0,540	0,448
CMM	0,088	0,084	0,068	0,090	0,082	0,007	0,293	0,004	0,232
Digestibilidade %									
MS	58,614	61,642	60,644	53,598	56,668	3,428	0,503	0,793	0,747
MO	55,630	58,852	57,990	50,098	53,492	3,679	0,480	0,795	0,773
PB	49,250	52,164	52,514	45,242	47,136	3,617	0,572	0,938	0,675
FDN	60,474	72,140	68,530	66,760	66,894	4,297	0,461	0,429	0,159
FDA	63,780	68,562	66,198	63,082	64,576	3,523	0,814	0,422	0,305
CNF	55,400	53,906	54,520	42,586	47,394	4,297	0,251	0,335	0,829
EE	99,762	99,788	99,774	99,754	99,766	0,023	0,868	0,703	0,455

CON: sem aditivo na dieta; MON: 8 mg de monensina sódica; OC 250; 250 mg/kg de óleo de copaíba; OC 500: mg/kg de óleo de copaíba; OC750, 750 mg/kg de óleo de copaíba; GMD: ganho médio diário; CMS: consumo de matéria seca; PV: peso vivo; pm: peso metabólico; CMO: consumo de matéria orgânica; CPB: consumo de proteína bruta; CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos; CFDN: consumo de fibra em detergente neutro; CFDA: consumo de fibra em detergente ácido; CEE: consumo de extrato etéreo; CMM: consumo de matéria mineral.

Os valores médios do pH do fluido ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão do óleo são mostrados nas figuras 1. O óleo utilizado também não influenciou ($P=0,30$) o pH ruminal nos diferentes tratamentos, nem houve interação entre tratamento e hora de colheita. Entretanto, houve diferença ($P<0,01$) no pH ruminal dos animais em relação a hora de colheita. Foi possível observar que os maiores valores de pH ruminal apresentaram maior estabilidade até a hora 3 de colheita, seguido de uma queda de um destes valores até a hora 12, seguido de um aumento no pH do fluido ruminal a partir desta hora até a hora 24.

A variação do N-amoniaco no fluido ruminal estão apresentados na figura 1, não foi observado efeito de tratamento, hora e interação tratamento e hora sobre a concentração de N-amoniaco no fluido ruminal. Da mesma forma, a concentração molar dos ácidos graxos de cadeia curta também não foi influenciada pelos tratamentos. Ao contrário do pH, a concentração molar do acetato, propionato, butirato e valerato aumentou com o passar do tempo, atingindo a concentração máxima 18 horas após o consumo da dieta.

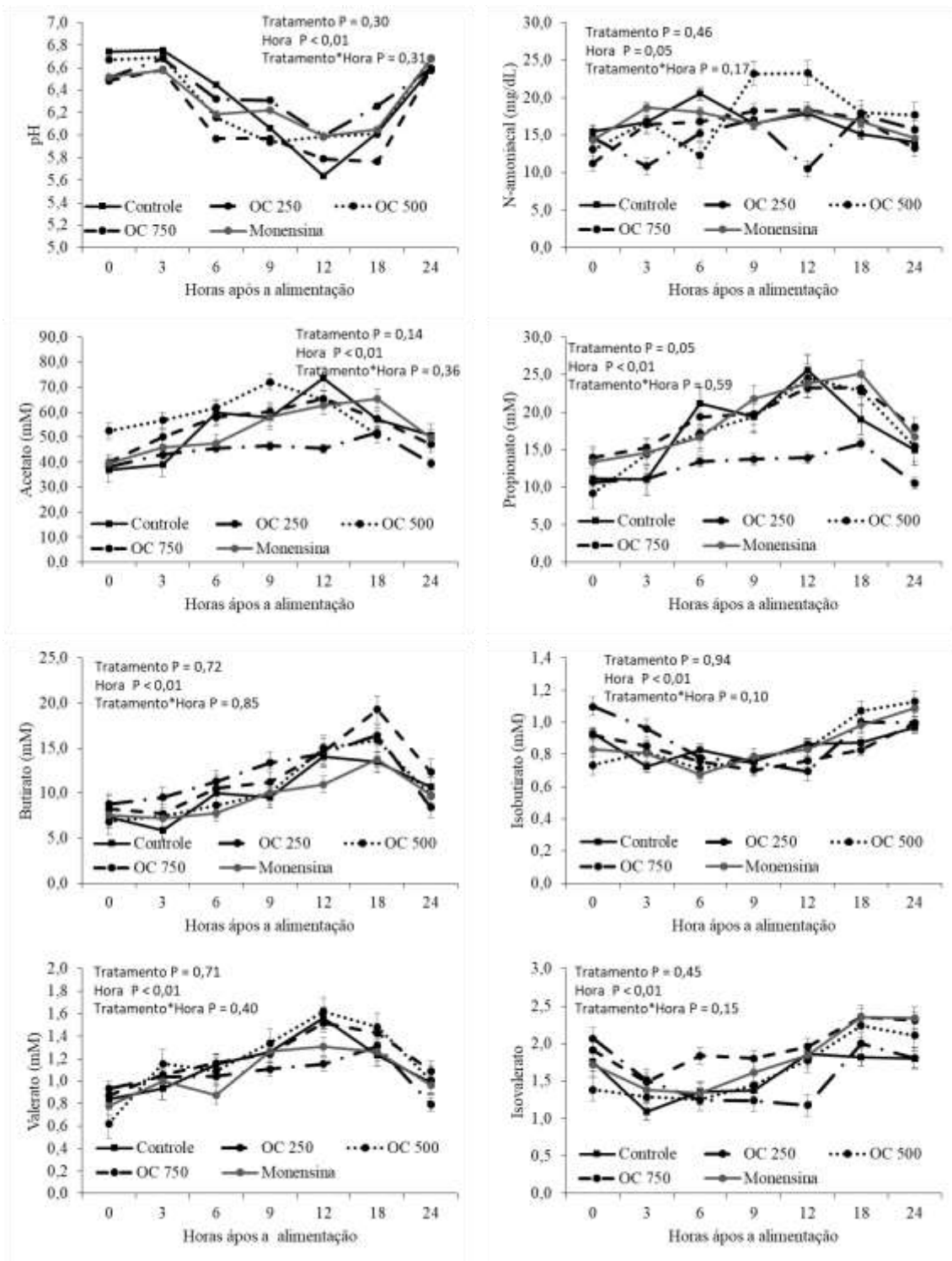


Figura 1. Efeito das dietas experimentais no pH ruminal, N-amoniacal e concentração molar de ácidos graxos de cadeia curta em borregos. CON: sem aditivo na dieta; MON: 8 mg de monensina sódica; OC 250; 250 mg/kg de óleo de copaíba; OC 500: mg/kg de óleo de copaíba; OC750, 750 mg/kg de óleo de copaíba.

7. Discussão

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar se o óleo de copaíba poderia ser utilizado como manipulador da fermentação ruminal de modo a aumentar a eficiência energética de ovinos. No entanto, o óleo de copaíba utilizado não foi capaz de influenciar as variáveis de performance das borregas e nem a digestibilidade dos nutrientes e produção de AGCC no rúmen de borregos. Diante destes resultados, as hipóteses inicialmente propostas foram rejeitadas, mesmo sendo descrito na literatura que o óleo de copaíba apresenta efeitos antimicrobianos (PACHECO et al., 2006). Outro resultado importante de ser ressaltado é a similaridade dos resultados entre as dietas sem aditivos e com monensina sódica, que representou o controle positivo neste experimento. Os efeitos da monensina sobre a performance, digestibilidade e AGCC já é largamente estudado. Os principais efeitos da monensina relatado na literatura para ruminantes é o aumento da eficiência energética do animal (DUFFIELD et al., 2012). Na maioria dos casos, a monensina reduz o consumo de matéria seca sem diminuir o ganho de peso dos animais (DUFFIELD et al., 2012). Outro resultado largamente relatado na literatura é o aumento da concentração molar de propionato (DUFFIELD et al., 2012), o que torna o animal mais eficiente energeticamente.

Apesar dos relatos de que o óleo de copaíba apresenta maior atividade microbiana em bactérias Gram-positivas que em bactérias Gram-negativas (PACHECO et al., 2006), semelhante ao dos ionóforos (RUSSELL; HOULIHAN, 2003), nenhum efeito foi observado nas variáveis de fermentação ruminal. Uma possibilidade para a falta de efeitos dos aditivos seria a peculiaridade da dieta, o qual continha 30% de volumoso (feno). Deste modo, a dieta foi muito pouco desafiadora no tocante à episódios de acidose clínica e subclínica. Isto também pode ser confirmado pelo pH das dietas que não chegou a 5,6, o qual é utilizado como limiar para acidose subclínica (OWENS, 2011). Os ionóforos tem se mostrado mais efetivos em dietas mais desafiadoras com relação à acidose ruminal por induzir menor produção de lactato (OWENS et al., 1998; OWENS, 2011; NAGARAJA, 2011). Por outro lado, tem sido relatado que os ionóforos também aumentam a eficiência energética em dietas com alta inclusão de volumoso (RUSSELL; HOULIHAN, 2003). No entanto, pouco foi estudado sobre o efeito dos ionóforos em dietas que não são acidogênicas e nem apresentam grande quantidade de carboidratos fibrosos.

O uso de óleos essenciais tem sido propostos como alternativa aos ionóforos, no entanto, os resultados tem se mostrado bastante inconsistentes. Diversos estudos tem mostrado resultados pontuais na performance, digestibilidade dos nutrientes e fermentação

ruminal, mas não é raro encontrar estudos sem efeitos dos óleos. Resultados obtidos por Lima et al. (2018) e Oliveira (2020) também não verificaram efeitos da inclusão do óleo de copaíba no CMS, digestibilidade da MS e dos nutrientes em dietas de bovinos em condições de pastejo e em cordeiros confinados, respectivamente. Grande parte desta divergência se deve à falta de padronização do óleo essencial e dosagem utilizada. Por exemplo, Moura et al., (2017) trabalhando com cordeiros recebendo dietas (53% volumoso e 47% concentrado) contendo diferentes níveis de óleo de copaíba não observaram diferença no peso vivo final e CMS, no entanto, constataram maior GMD e EA para os animais alimentados com dietas à 0,5 g/kg de MS. Lima et al., (2018) verificou efeito quadrático dos diferentes níveis de inclusão do óleo de copaíba (0, 0,5; 1,0 e 1,5 g/kg de MS) sobre o consumo de matéria seca de bovinos alimentados a pasto. No entanto, as doses utilizadas neste estudo foram muito mais baixas do que as relatadas acima (250, 500 e 750 mg de óleo de copaíba /kg de matéria seca).

O ovino apresenta alta capacidade de seleção da dieta, no entanto, é importante mencionar que as doses de óleo de copaíba utilizadas não foram capazes de influenciar negativamente o CMS dos animais, não causando nenhum episódio repulsa dos cordeiros às dietas experimentais. Visto que o consumo voluntário de matéria seca é um dos principais componentes do processo produtivo sendo considerado o principal determinante do consumo de nutrientes digestíveis e da eficiência com que tais nutrientes são utilizados nos processos metabólicos do animal (VALADARES FILHO & MARCONDES, 2009).

A observação dos dados de pH mostra claramente que houve um pico de consumo da dieta após o seu fornecimento (hora 0), fazendo com que o pH caísse nas horas seguintes até 12 horas após o fornecimento da dieta. Esse pH é causado pela maior produção de AGCC produzido no rúmen, o que também pode ser confirmado pela maior concentração molar dos AGCC em 12 a 18 horas após o fornecimento da dieta. Esses dados analisados em conjunto mostram o perfil de fermentação da dieta utilizada, a qual foi rapidamente fermentada, mas sem causar episódios de acidose subclínica.

8. Conclusão

O óleo de copaíba nas doses de 250, 500 e 750 mg de óleo de copaíba /kg de matéria seca não foi eficiente em alterar o desempenho das borregas e também não afetou o CMS, digestibilidade dos nutrientes e AGCC em borregos comparado com as dietas sem aditivo e com monensina sódica. Importante ressaltar que neste estudo, a monensina também não apresentou nenhum efeito comparado com a dieta sem aditivo.

9. Referências bibliográficas

ASCHENBACH, J.; PENNER, G.B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Ruminant Nutrition Symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**, v. 89, p.1092-1107, 2011.

Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16th ed. Gaithersburg, 1997.

Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, 1990.

BERCHIELLI, T. T.; BERTIPAGLIA, L. M. A. Utilização de aditivos na produção de bovinos de corte. **In: PIRES, A. V. (Ed). Bovinocultura de Corte**. Piracicaba: FEALQ, v.1, p. 295-330,2010.

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

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, London, v. 70, p. 567-590, 1990.

BIAVATTI, M.W. et al. Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.16, n.2, p. 230-235, 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.

CHOW, J. M.; VAN KESSEL, J. S.; RUSSELL, J. B. Binding of radiolabeled monensin and lasalocid to ruminal microorganisms and feed. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1630-1635, 1994.

DEGANI, H., ELGAVISH, G. A. Ionic permeabilities of membranes. Sodium-23 and lithium-7 NMR studies on ion transport across the membrane of phosphatidylcholine vesicles. **FEBS Letter**, v. 90, n. 2, p. 357, 1978.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M.S.P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 13, n. 1, p. 1-7, 2011.

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

GOBATO, L. G. M. et al. Effects of narasina addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers (abstract). **Journal of Animal Science**, v.95, supplement 4, p. 266. 2017.

JAFARI, S. et al. Manipulation of rumen fermentation and methane gas production by plant secondary Metabolites (saponin, tannin and essential oil) – a review of ten-year studies. **Annals of Animal Science**, v. 19, n. 1, p. 3–29, 2019.

KAUFMANN, W.; HAGESMEISTER, H.; DIRKSEN, G. Adaptations to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Westport:AVI, 1980. p. 587.

LIMA, C.B. et al. **Efeitos da suplementação alimentar de sucupira (*Pterodon emarginatus* vog.) e copaíba (*Copaifera langsdorffii*) resinoils na qualidade e estabilidade oxidativa do peito e da coxa de frango**. Rev. Bras. Cienc. Avic. 17, pp 47-55, 2015.

LIMA, L.F.E.O. Inclusion of copaiba oil (*Copaifera* sp.) as additive in supplements for cattle on pasture. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**. v.19, n.2, p.178-192, 2018

MACIEL, M.A. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Quimica Nova*, v.25, n.3, p.429-38, 2002.

MEDEIROS, R. S.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaíba (*Copaifera multijuga* Haine) oleoresin in Manaus, AM, Brazil, **Forest Ecology Management**, v. 256, p. 282-288, 2008.

MENDONÇA D.E.; ONOFRE S.B. Atividade antimicrobiana do óleo-resina produzido pela copaíba – *Copaifera multijuga* Hayne (leguminosae). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.19, n.2B, p.577-581, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Aditivos melhoradores de desempenho e anticoccidianos registrado na CPAA/DEIP. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumospecuarios/alimenta-ção-animal/aditivos>>. Acesso em: maio de 2021.

MORAIS, J. A. S., BERCHIELLI, T. T., REIS, R. A. Aditivos. In BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 539-563, 2006.

MORAIS, J. A. S., BERCHIELLI, T. T., REIS, R. A. Aditivos. In BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 539-563, 2006.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, pag 566-567. 2011.

MOURA, L.V. et al., Eficiência alimentar e características de carcaça de cordeiros confinados suplementados com monensina ou doses crescentes de copaíba (*Copaifera spp.*) óleo essencial. **Animal Feed and Technology**. v. 232. p 110-118. 2017.

NAGARAJA, T. G. Manipulation of the rumen to minimize the problems. In: Simpósio de Nutrição de Ruminantes – Saúde do Rúmen, 3., 2011, Botucatu. Anais eletrônicos...[CD-ROM], Botucatu: UNESP, 2011

NAGARAJA, T.G.. Ionophores and antibiotics in ruminants. p. 173-204. In: WALLACE, J.; CHESSON, A., eds. **Biotechnology in animal feeds and animal feeding**. VCH, Weinheim, Germany, 1995.

NICODEMO, M. L. F. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 2002 (CNPGC. Documentos, 106). Disponível em: <<http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc106/>> Acesso em: Agosto de 2020

OHSAKI, A. et al. The isolation and in vivo Potent Antitumor activity of clerodane diterpenoid from the oleoresin of the brazilian medicinal plant, *Copaifera langsdorfi* desfon. **Bioorganic Medicinal Chemistry Letters**, v. 4, p. 2889-2892, 1994.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**. v. 197, p. 64-75, 2014.

OLIVEIRA. et al. Degradabilidade e digestibilidade de dietas para cordeiros confinados suplementados com níveis crescentes de óleo de copaíba (*Copaifera sp.*) / Degradability and digestibility of diets for feedlot lambs supplemented with increasing

levels of Copaiba oil (*Copaifera* sp.). **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**. v. 3, n. 3, p. 2152-2164, 2020.

OWENS, F. N. Clinical and subclinical acidosis. In: Simpósio de Nutrição de Ruminantes – Saúde do Rúmen, 3., 2011, Botucatu. Anais eletrônicos...[CDROM], Botucatu: UNESP, 2011

OWENS, F. N., GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood cliffs. O & Books Inc., p. 146-171. 1988.

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

PACHECO, T.A.R.C.; BARATA, L.E.S.; DUARTE, M.C.T. Antimicrobial activity of copaiba (*Copaifera* spp.) balsams. **Rev. Bras. Plantas Med.**, v8. p. 123-124,2006.

PAIVA, L.A.F.; RAO, V.S.N.; GRAMOSA, N.V.; SILVEIRA, E.R. Efeito gastroprotetor da oleo-resina de *Copaifera langsdorffi* em modelos experimentais de úlcera gástrica em ratos, **J. Ethnopharmacol.** 62, pp. 73 – 78, 1998.

PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004.

PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 465-472, 2009.

POLIZEL, D. M. et al. Performance of lambs fed high concentrate-diets containing monensin or narasin (Abstract). **Journal of Animal Science**, E-Suppl. 5 v.94, p-808, 2016.

PRESSMAN, B. V. Biological applications of ionophores. **Annual Review of Biochemistry**, Washington, DC, v. 45, p. 501-530, 1976.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; MAIA, T. L.; CALDEIRA, L. A. Maximização do sistema ruminal. In: 6º Encontro de Zootecnistas no Norte de Minas. Montes Claros. **Anais...** p. 109-134, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267510714_Potencialidades_e_limitacoes_da_utilizacao_de_aditivos_na_producao_de_bovinos_de_corte> Acesso em: Agosto de 2020.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E. Manipulação ruminal para redução da emissão de metano. In: Simpósio Nacional sobre Produção Animal e Ambiente, 1, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 1-28, 2007.

ROMERO, A. L. Contribuição ao conhecimento químico do óleo-resina de copaíba: configuração Absoluta de Terpenos. 222f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

RUSSELL, J.B., STROBEL, H.J. Mini-review: The effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environ Microbiology**, v.55, p. 1-6, 1989.

RUSSELL.; J.B. HOULIHAN.; A.J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **Microbiol. Rev.** v.27, p 65-74, 2003.

SAINI, R. K.; HESTER, R.K.; SOMANI, P.; PRESSMAN, B.C. Characterization of the coronary vasodilator and hemodynamic actions of monensin, a carboxylic ionophore. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 1, p. 123, 1979.

SANTOS, A. O. et al. Effect of Brazilian copaiba oils on Leishmania amazonensis, **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 204–208, 2008.

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

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I. Utilização de Indicadores na avaliação do Consumo de animais: Estado de Arte. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇO SEM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2009, Pirassununga. **Anais...**Pirassununga, 2009

VEIGA JUNIOR, et al. Chemical composition and anti-inflammatory activity of copaiba oils from *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke, *Copaifera reticulata* Ducke and *Copaifera multijuga* Hayne-A comparative study. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 112, p. 248-254, 2007.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova**. v.25, n.2, p. 27386, mar./abr. 2002.