



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**OLEORRESINA DA COPAÍBA COMO ADITIVO EM DIETAS DE
ALTO CONCENTRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS**

JÉSSICA DE CARVALHO PANTOJA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS

Março de 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**OLEORRESINA DA COPAÍBA COMO ADITIVO EM DIETAS DE
ALTO CONCENTRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS**

JÉSSICA DE CARVALHO PANTOJA

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior

Coorientadoras: Dra. Tatiane Fernandes

Dra. Carla Giselly de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS

Março de 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

P198o Pantoja, Jéssica De Carvalho
OLEORRESINA DA COPAÍBA COMO ADITIVO EM DIETAS DE ALTO
CONCENTRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS [recurso eletrônico] / Jéssica De
Carvalho Pantoja. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fernando Miranda de Vargas Junior.
Coorientadoras: Tatiane Fernandes , Carla Giselly de Souza.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. β -cariofileno. 2. ionóforos. 3. terpenos. 4. óleos funcionais. I. Vargas Junior, Fernando
Miranda De . II. Fernandes, Tatiane. III. Souza, Carla Giselly De. IV. Título.

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

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**OLEORRESINA DA COPAÍBA COMO ADITIVO EM DIETAS DE ALTO
CONCENTRADO NA TERMINAÇÃO DE CORDEIROS**

por

JÉSSICA DE CARVALHO PANTOJA

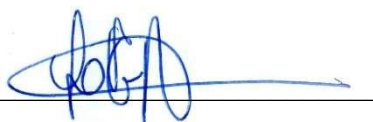
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 24/03/2021



Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior

Orientador – UFGD



Dr. Luís Gabriel Alves Cirne

UFOPA



Dra. Tatiane Fernandes
Universidade de Lisboa

BIOGRAFIA DO AUTOR

Jéssica de Carvalho Pantoja, filha de Glória Maria de Carvalho e José César Pantoja, nasceu em Santarém-PA, em 01 de junho de 1997. Em fevereiro de 2014, ingressou na Universidade Federal do Oeste do Pará, onde obteve graduação nos cursos de Ciências Agrárias e Zootecnia. Em março de 2019, iniciou o mestrado em Zootecnia no programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, desenvolvendo estudos na área de Produção de Ruminantes.

DEDICATÓRIA

À Deus, pela força e sustento durante essa caminhada

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio de sempre.

A todos os meus amigos, por todo o apoio.

A minha Família pela forte presença em minha vida e por todo o amor e dedicação que sempre tiveram por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por estar sempre ao meu lado, me dando todo apoio e suporte para vencer mais essa batalha.

A minha mãe Glória, por sempre de longe acreditar e se fazer presente, pelo amor e dedicação e todo o apoio dedicado a mim.

Ao meu pai José, por ser meu exemplo de superação e inspiração.

Aos meus irmãos Kelly, Rosana e Jessé, pelo companheirismo, mesmo com toda distância.

A minha família pela orientação, incentivo e confiança. Estes que foram o meu alicerce. Em especial a minha avó Ester Carneiro, por sempre ter me incentivado, e ao meu avô Modesto (*In memoriam*), por todo o legado de lembranças e aprendizados passados a diante.

Ao meu Orientador prof. Fernando Miranda de Vargas Junior pela orientação e ensinamentos, pela confiança e muita paciência.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFGD, que fizeram parte dessa caminhada, pelo auxílio e ensinamentos repassados.

Aos amigos mais que especiais, que desde a graduação me acompanham e juntos caminharam comigo nessa fase. A Cristiane Barbosa, por sempre ter acreditado no nosso potencial e ter embarcado comigo nessa aventura estranha, que é viver longe da família, por todo esse tempo fomos suporte uma da outra. Ao meu amigo Sullyvan Oliveira, por nunca medir NENHUM esforço em ajudar, pelo companheirismo, conselhos e risadas, levarei para uma vida inteira. E não menos importante, a minha coach Yasmin Picanço, obrigada por sempre acreditar na nossa amizade, e demonstrar que sempre uma conversa resolve tudo, agradeço pela companhia, dedicação, por sempre me fazer rir nos momentos mais difíceis.

A minhas amigas, que mesmo de longe sempre torceram pelo meu sucesso, agradeço a Thais Emanuely, Cássia Corrêa, Jéssica Luana, Brenda Araújo, Aline Godinho. Amo vocês.

As amizades novas que pude fazer durante esse processo, Nayara, Jean Kaique, Orlando, Joyce, Edgar, Janaína Thainá e Henrique Momo. Vocês todos foram importantes nessa trajetória.

A Renata Alves por todo o conhecimento, choros, decepções que dividimos, por todo o suporte que me deu durante minha chegada. Obrigada por ter sido tão leal e companheira.

A minha coorientadora Carla Gizelly, por todo suporte e apoio que foi a mim concedido.

Agradeço de todo coração a minha coorientadora Tatiane Fernandes que desde o início nunca mediu esforços para ajudar. Obrigada por se tornar mais que uma amiga, por ter me dado todo apoio na minha chegada, por confiar no meu potencial. Uma pessoa mais que especial, que admiro e respeito. Tenha certeza que me espelho em você, na sua inteligência, caráter e força de vontade.

Aos graduandos, Mirelly, Geovana, Samuel, e todos que colaboraram durante a execução experimento.

Aos funcionários pelos serviços prestados durante o período do experimento.

A Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Ao PPGZ/UFGD (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados) pela realização do curso de mestrado.

Por fim, gratidão por todos que me apoiaram durante toda minha vida, e agora em especial na minha formação acadêmica.

A todos, o meu agradecimento!

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	3
OBJETIVOS	5
Geral.....	5
Específicos	5
CAPÍTULO I	6
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
1.1. Descrição e características da Copaíba.....	7
1.2. Extração da oleorresina.....	8
1.3. Composição da oleorresina.....	9
1.4. Aditivos fitogênicos na modulação ruminal.....	10
1.5. Potencial de ação da oleorresina da Copaíba na microbiota ruminal.....	12
1.6. Efeitos no desempenho e características de carcaça.....	17
REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO II.....	29
ADIÇÃO DE OLEORRESINA DA COPAÍBA EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA CORDEIROS: FERMENTAÇÃO RUMINAL, DIGESTIBILIDADE, PARÂMETROS METABÓLICOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA.....	30
1. Introdução	31
2. Material e Métodos	32
2.1 Animais, tratamentos e manejo.....	32
2.2 Consumo e digestibilidade.....	34
2.3 Desempenho e comportamento alimentar.....	35
2.4 Parâmetros metabólicos	35
2.5 Abate e medidas da carcaça	36
2.6 Análises estatísticas	37
3. Resultados.....	37
4. Discussão	41
5. Conclusão	44

6. Referências	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Índices analíticos e componentes químicos da fração volátil de oleorresina da <i>copaifera reticulata</i> (OC) coletado no período chuvoso na FLONA do Tapajós.....	33
Tabela 2. Ingestão de alimentos e coeficientes de digestibilidade de dietas para cordeiros contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC 0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)	38
Tabela 3. Comportamento ingestivo e atividade merérica de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)	39
Tabela 4. Parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (LAS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)	40
Tabela 5. Desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5), ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)	41

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV – Ácido graxo volátil	MSP – Metabólitos secundários de plantas
ALT – Alanina aminotransferase	N – Nitrogênio
AST – Aspartato aminotransferase	N-NH ₃ – Nitrogênio amoniacal
ATP – Adenosina trifosfato	OC – Oleorresina da copaíba
CH ₄ – Metano	OC0,5 – 0,5 mL de oleorresina da copaíba
CT – Carboidratos totais	OC1 – 1 mL de oleorresina da copaíba
EE – Extrato etéreo	PB – Proteína bruta
FDA – Fibra em detergente ácido	PCF – Peso de carcaça fria
FDN – Fibra em detergente neutro	PCQ – Peso de carcaça quente
H ₂ – Hidrogênio	pH – Potencial hidrogeniônico
ILS - Ionóforo à base de lasalocida	PPA – Peso pré-abate
MM – Matéria mineral	RCF – Rendimento de carcaça fria
MO – Matéria orgânica	
MS – Matéria seca	

RESUMO

PANTOJA, J. C. Oleorresina da copaíba como aditivo em dietas de alto concentrado na terminação de cordeiros. 2021. 60p. Dissertação - Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

A oleorresina da copaíba possui compostos bioativos (terpenos), que lhe conferem um elevado potencial antimicrobiano. Esses compostos tendem a melhorar a eficiência alimentar por meio da redução das perdas de energia na formação de metano e amônia, além de prevenir desordens digestivas, tendo impacto econômico e ambiental no sistema de produção animal. Com isto, objetivou-se avaliar a substituição do ionóforo lasalocida por oleorresina da copaíba (*Copaifera reticulata*) em dietas de alto concentrado para cordeiros confinados, quanto a ingestão, comportamento ingestivo, fermentação ruminal, eficiência alimentar, desempenho e características de carcaça. Foram utilizados 24 ovinos da raça Pantaneira, machos inteiros, com peso médio inicial de $21 \pm 3,9$ kg e idade média de 152 dias, distribuídos em 3 tratamentos, em oito blocos de acordo com o peso vivo. Os tratamentos avaliados foram: ILS - adição de ionóforo comercial lasalocida sódica 0,150 g/kg da dieta (Taurotec, Zoetis, Campinas-SP, contendo 15% de lasalocida); OC0.5 - fornecimento de 0,5 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba; OC1 – fornecimento de 1,0 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba. A relação volumoso:concentrado foi de 20:80. Os dados foram avaliados utilizando o proc Mixed do SAS. O fornecimento de 1,0 ml de oleorresina da copaíba na dieta reduziu o consumo de matéria seca e nutrientes, porém não afetou a digestibilidade e o desempenho de cordeiros confinados. As dietas contendo oleorresina mantiveram o pH estável e reduziram a produção de N-NH₃ e ácidos graxos voláteis no rúmen. Não houve efeito negativo do fornecimento de oleorresina da copaíba nos parâmetros sanguíneos, urinários, acabamento e rendimento dos animais. O uso de 0,5 e 1,0 mL de oleorresina da copaíba pode substituir o uso do ionóforo lasalocida em dietas de alto concentrado para cordeiros confinados.

Palavras-chave: β -cariofileno, ionóforos, terpenos, óleos funcionais.

ABSTRACT

PANTOJA, J. C. Copaiba oleoresin as an additive in high concentrate diets for finishing lambs. 2021. 60p. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

The copaiba oleoresin has bioactive compounds (terpenes), which gives it a high antimicrobial potential. These compounds tend to improve feed efficiency by reducing energy losses in the formation of methane and ammonia and prevent digestive disorders, having an economic and environmental impact on the animal production system. With this, the aim was to evaluate the replacement of ionophore lasalocid by copaiba oleoresin (*Copaifera reticulata*), in the high concentrate diets for confined lambs. We assess the ingestion, ingestive behavior, ruminal fermentation, feed efficiency, performance, and carcass characteristics. Twenty-four male Pantaneira sheep were used, with an average initial weight of 21 ± 3.9 kg and an average age of 152 days, distributed in 3 treatments, in eight blocks according to the live weight. The treatments evaluated were: ILS - addition of commercial ionophore sodium lasalocid 0.150 g/kg in the diet (Taurotec, Zoetis, Campinas-SP, containing 15% of lasalocid); OC0.5 - supply of 0.5 mL/animal/day of copaiba oleoresin; OC1 – supply of 1.0 mL/animal/day of copaiba oleoresin. The forage: concentrate ratio used was 20:80. We evaluated the data by the SAS Mixed proc. The supply of 1.0 ml of copaiba oleoresin reduced the dry matter and nutrients intake but did not affect the digestibility and performance of confined lambs. The animals with supplementation of copaiba oleoresin maintained the pH stable and reduced the N-NH₃ and volatile fatty acids' rumen production. There was no effect of copaiba oleoresin supply on the animal's blood, urinary, finishing, and performance parameters. The use of 0.5 and 1.0 mL of copaiba oleoresin may replace lasalocid ionophore in the high concentrate diets for confined lambs.

Keywords: β -karyophyllene, functional oils, ionophores, terpenes.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A melhoria do sistema de produção de ruminantes tem sido alcançada com ações relacionadas à manipulação ruminal, visando melhorar a eficiência da conversão de alimentos em produtos de origem animal consumíveis (SOUZA et al., 2016). Nesse sentido, diversas estratégias vêm sendo estudadas e adotadas com o foco de melhorar a eficiência animal e reduzir os impactos ambientais e a presença de resíduos na carne e no leite.

A utilização de práticas que melhorem o desempenho, como o manejo adequado e a utilização de aditivos nutricionais, estão comercialmente disponíveis. O uso de aditivos na produção animal tende a atuar por diferentes mecanismos, incluindo alterações na fermentação e estabilização ruminal, e proteção do trato gastrointestinal contra agentes patogênicos (LIMA et al., 2013).

Os aditivos fitogênicos são compostos naturais derivados de plantas que vêm sendo alvo de diversas pesquisas devido à sua característica de não deixar resíduos químicos na carne e no leite. Por possuírem biocompostos ativos em sua composição, a presença desses aditivos nas dietas de ruminantes promove diversos benefícios, como o aumento da produtividade e melhoria na qualidade dos produtos (KOIYAMA, 2012). Neste sentido, há de se destacar a oleorresina da Copaíba, um produto natural extraído do tronco das árvores copaíba (*Copaifera spp*), rico em componentes bioativos, principalmente os compostos fenólicos como os sesquiterpenos e diterpenos.

A oleorresina da Copaíba tem uma potente atividade antimicrobiana contra várias espécies de bactérias Gram-positivas, causando ruptura da parede celular e liberação de componentes citoplasmáticos (TOBOUTI et al., 2017). A inibição de bactérias Gram-positivas em ruminantes leva à proliferação de bactérias Gram-negativas, que incrementam a produção de propionato no rúmen, favorecendo uma melhor eficiência e desempenho animal (FLYTHE et al., 2017). Além disso, óleos naturais como o da copaíba caracterizam-se por reduzir a taxa de desaminação de aminoácidos, taxa de produção de amônia e o número de bactérias hiper produtoras de amônia, aumentando dessa maneira o escape de proteína do rúmen para o intestino (FRANÇA, 2014).

Portanto, a oleorresina da copaíba se destaca por aliar as propriedades biológicas, e o fato de ser um produto natural e que pode ser extraído sem agressão à natureza. Desta forma, é importante intensificar estudos deste material como aditivo na nutrição de ruminantes, visando obter melhorias no desempenho animal, contribuir para a produção de carne mais segura e reduzir a emissão de metano no meio ambiente. Conhecer e entender a forma de atuação dos produtos naturais como moduladores da fermentação ruminal é imprescindível para sua aplicação na produção animal.

O uso da oleorresina da copaíba vem sendo aplicado, na maior parte, em estudos *in vitro*, com intuito de comprovar suas propriedades antimicrobianas e potencial na modulação ruminal. Pesquisas *in vivo* que avaliaram a utilização do óleo em bovinos a pasto e ovinos confinados com dietas de baixo concentrado, tiveram sucesso quando o objetivo foi substituir o uso de ionóforos na dieta (LIMA et al., 2018; MOURA et al., 2017). Ainda assim, os efeitos foram inferiores aos esperados para a adição de aditivos fitogênicos, podendo ser resultado da proporção de concentrado utilizado nas dietas já testadas em estudos, pois já foi comprovado que o efeito desses aditivos é evidenciado principalmente em dietas contendo alto teor de concentrado (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Diante do exposto, a hipótese deste estudo é que o fornecimento de oleorresina da copaíba juntamente com o uso de uma dieta de alto concentrado irá modificar o ambiente ruminal de ovinos e conseqüentemente aumentar a digestibilidade dos nutrientes, além de melhorar o desempenho e a qualidade da carcaça, podendo substituir o ionóforo lasalocida.

Esta dissertação encontra-se dividida em dois capítulos, onde o Capítulo I é composto por uma revisão de literatura que servirá de fundamentação teórica para o Capítulo II. O Capítulo II por sua vez foi redigido em formato de artigo para publicação em periódico científico e, abrange toda a parte experimental desta pesquisa.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar os efeitos da substituição do ionóforo lasalocida por oleorresina da copaíba (*Copaifera reticulata*) em dietas de alto teor de concentrado para cordeiros em confinamento.

Específicos

Avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo oleorresina da copaíba, fornecidas para cordeiros em terminação.

Avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros em terminação alimentados com dietas contendo oleorresina da copaíba.

Avaliar os parâmetros de fermentação ruminal em cordeiros confinados alimentados com dietas contendo oleorresina da copaíba.

Avaliar o desempenho de cordeiros confinados submetidos a dietas com inclusão de oleorresina da copaíba.

Avaliar as características da carcaça de cordeiros em terminação alimentados com dietas contendo oleorresina da copaíba.

CAPÍTULO I

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Descrição e características da Copaíba

O gênero *Copaifera* pertence à família botânica *Leguminosae*, subfamília *Caesalpinoideae* (YAMAGUCHI e GARCIA 2012). As copaíbas são árvores nativas das regiões tropicais da América Latina e África Ocidental (ROSA e GOMES, 2009). Seu gênero compreende 72 espécies, no qual existem mais de 20 no Brasil, segundo a última edição do livro, *Index Kewensis* de Oxford EUA (1996). No Brasil essas árvores nativas estão distribuídas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte (FRANCISCO, 2005). A origem do nome Copaíba veio do tupi-guarani “cupa-yba” que denota a reservatório/depósito, fazendo alusão ao óleo que existe em seu interior (ARRUDA et al., 2019). A designação correta para o óleo da copaíba é oleorresina, visto que, se trata de um exsudato composto por ácidos resinosos, além de outros produtos voláteis (CARVALHO e MILKE, 2014).

As árvores fornecem produtos como a madeira e a oleorresina, ambos extraídos de seu tronco e explorados em nível comercial e industrial (PIERI et al., 2009). O uso da madeira é para produção de compensado, enquanto a oleorresina é utilizada na medicina popular como anti-inflamatório e antibactericida, sendo conhecido também pelo seu uso como combustível na iluminação doméstica rudimentar (SIQUEIRA 1996; SHANLEY et al., 2005). Os conhecimentos sobre suas propriedades terapêuticas foram adquiridos pelos indígenas através da experimentação empírica durante milhares de anos (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002). Devido às suas propriedades medicinais, químicas e farmacêuticas, a copaíba é considerada pelos cientistas uma árvore com potencial para várias aplicações.

Visando a conservação da espécie, algumas medidas foram tomadas e publicadas para proibir a exploração da madeira de copaíba em alguns estados da Amazônia, como o Decreto nº 25044/2005 que assegura a proteção das espécies de *Copaifera* no estado do Amazonas (KLUPPEL et al., 2010; MEDEIROS et al., 2018). Desse modo, este estudo terá foco na caracterização e aplicação da oleorresina, pois sua extração e manejo são amparadas por projetos de capacitação comunitária voltados ao “manejo sustentável de copaíbas” (ARAGÃO, 2016).

A oleorresina extraída da espécie *Copaifera reticulata* é a mais utilizada do gênero, sendo comercializada no Brasil além de ser exportada para vários países, como Estados Unidos, França e Alemanha, tornando-se assim um dos mais importantes produtos naturais amazônicos.

A utilização medicinal da oleorresina é um dos benefícios mais importantes provindo da espécie, atuando na cicatrização de feridas e úlceras e também na cura do umbigo de recém-nascidos (VEIGA JUNIOR e PINTO, 2002). Devido a estes atributos, a oleorresina da copaíba tem sido muito estudada. Por conta disso, na literatura está bem estabelecido que a oleorresina da copaíba apresenta uma diversidade de propriedades terapêuticas com ação cicatrizante (LUCAS et al., 2017), anti-inflamatória (MARTINS e SILVA, 2010), antitumoral (CHICARO, 2009), antimicrobiana (PEREIRA et al., 2018) e antioxidante (GHOSH e GABA, 2013).

1.2. Extração da oleorresina

Por muito tempo a extração de óleos naturais foi feita de forma empírica e tradicional, sendo realizada em pequena escala (MEDEIROS e VIEIRA, 2008). No entanto, devido à grande procura por estes produtos, a colheita principalmente da oleorresina da copaíba tornou-se uma atividade de grande importância para uma diversidade de povos tradicionais da Amazônia, pois é fonte de renda e seu exercício é regulado pela legislação local (MEDEIROS et al., 2018). Em 2018 o Brasil comercializou 165 toneladas de oleorresina, gerando cerca de 3,9 milhões de reais. O estado do Amazonas foi responsável por 82,4% dessa produção, seguido pelo Pará com 12,1 % (IBGE, 2018).

Conforme relatado por Leite et al. (2001), o manejo de extração da oleorresina da copaibeira dá-se basicamente de três formas; extração tradicional, extração total e extração racional. A extração tradicional é feita através de uma abertura no tronco da árvore, porém essa forma praticamente inutiliza a planta e desperdiça grandes quantidades de oleorresina. A extração total ocorre a partir da derrubada das copaíbas para retirada total da oleorresina. Já na extração racional é feito um pequeno orifício no tronco da árvore, buscando atingir o cerne, a oleorresina é retirada e o canal de extração é vedado. Esta é a técnica de extração mais recomendada e utilizada (SILVA et al., 2010). Dessa

forma torna-se possível fazer uma nova coleta futuramente, podendo ser feito o que chamamos de ciclos de coleta.

Recomenda-se que a colheita racional da oleorresina seja realizada durante, ou no final da estação das chuvas (MEDEIROS et al., 2018). Porém, estudos a longo prazo são requeridos. Os autores observaram ainda, que com o passar do tempo as árvores reduzem naturalmente sua capacidade produtiva, provavelmente devido à senescência. Apesar disso, podem ser adotadas boas práticas de gestão para garantir um sistema produtivo duradouro, associando viabilidade econômica e ecológica.

A falta de parâmetros para caracterizar o óleo e realizar o controle de qualidade do medicamento botânico constitui obstáculo para o registro e exportação de produtos fitoterápicos contendo copaíba (PIERI et al., 2009). Por isso, assim definidos os ciclos de extração, é importante fazer a análise físico-química da oleorresina da *Copaifera*, sendo uma etapa relevante para a inclusão do plano de manejo sustentável dentro de uma produção. Não tem sido considerado suas características físico-químicas como padronização para comercialização e frequentemente os óleos são misturados obtendo diferentes qualidades (RIGAMONTE-AZEVEDO, 2004).

1.3. Composição da oleorresina

As resinas dos vegetais são constituídas de uma mistura lipossolúvel de compostos fenólicos e/ou terpenóides secundários (AKATSU, 2009). A oleorresina é proveniente de canais secretores das plantas, possuindo diversos componentes. A interação entre seus componentes a caracteriza como uma complexa mistura de compostos químicos, implicando nas suas propriedades físico-químicas (RAMALHO e SUAREZ, 2013).

Na avaliação dos compostos, os sesquiterpenos representam os componentes principais com conteúdo variando de 58 a 98% em peso, dependendo da espécie, área de cultivo e época de colheita (SOUZA BARBOSA et al., 2013; BARDAJÍ et al., 2016). O padrão de sesquiterpeno é estável, conforme estudado por Leandro et al. (2012) e mostra apenas uma variação limitada entre as diferentes espécies de *Copaifera*, sendo o β -cariofileno geralmente o constituinte principal. Os principais sesquiterpenos encontrados nos oleorresinas da copaíba, em ordem de abundância são: β -cariofileno, óxido de cariofileno, α -humuleno, δ -cadineno, α -cadinol, α -cubebeno, α - e β -selineno, β -elemeno,

α -copaeno, trans- α -bergamoteno e β -bisaboleno. Quanto aos diterpenos, os em maior quantidade são os ácidos: copálico, polialtico, hardwickiico, caurenóico e ent-caurenóico, juntamente com os seus derivados, os ácidos: 3-hidróxi-copálico, 3-acetóxi-copálico, e entagático (VEIGA-JUNIOR e PINTO, 2002; LEANDRO et al., 2012).

Contanto, a quantidade e a composição química do oleorresina produzida pelas espécies de *Copaifera* é muito variável e ainda não se tem conhecimento exato dos fatores que determinam essa variabilidade. A literatura relata que a quantidade e composição química podem ser influenciadas pelas condições ambientais do local de crescimento das árvores, pelo estágio de desenvolvimento da planta e por fatores genéticos (MEDEIROS, 2008). Em estudo mais recente Trindade et al. (2018) observou que seu perfil químico pode variar de acordo com a espécie, características sazonais e climáticas do ambiente, tipo e composição do solo e índice de precipitação.

Contudo, como a espécie é um dos principais fatores que pode afetar na alteração da composição do óleo, fazem-se necessários estudos que descrevam a composição química da oleorresina de uma espécie definida de *Copaifera*. Considerando uma área delimitada de coleta e durante o mesmo período do ano, definindo parâmetros para o controle de qualidade da oleorresina dessa espécie. Visto que, dependendo da composição, conseqüentemente o uso terapêutico será diferenciado entre cada espécie ou época de colheita.

1.4. Aditivos fitogênicos na modulação ruminal

Em um sistema de produção animal é imprescindível a interação entre nutrição e saúde em conjunto com fatores ligados ao ambiente e manejo, que influenciam no desempenho produtivo do indivíduo e do rebanho (GONÇALVES et al., 2010). Um dos propósitos a ser alcançado dentro de uma criação é a manipulação do ambiente ruminal, com o uso de aditivos, no intuito de aumentar a eficiência da conversão de alimentos em produtos (carne e leite). A otimização de formulações da dieta é empregada juntamente com o uso de aditivos, visando o bem-estar e o máximo desempenho, sem prejudicar o meio ambiente (GERACI et al., 2012).

A descoberta de inúmeras substâncias de origem natural com propriedades terapêuticas é uma das estratégias de alimentação para aumentar a produtividade e

adequação de produtos dos ruminantes (carne e leite) (KARASKOVA et al., 2015). O uso destes compostos naturais possui elevado potencial como modulador da fermentação ruminal (WENCELOVÁ et al., 2015). O trato gastrointestinal dos ruminantes hospeda uma grande variedade de espécies microbianas, muitas das quais são diretas ou indiretamente importantes para o bem-estar geral dos animais (STOVER et al., 2016). O rúmen é uma câmara fermentativa, sendo um sistema biológico complexo onde ocorre a degradação e transformação de matérias-primas das rações em produtos da fermentação (MCSWEENEY e MACKIE, 2012; ALBRAO et al., 2014).

O ambiente ruminal é anaeróbio com uma temperatura constante de 38 a 41 °C e pH de 5,5 a 6,9, condições ideais para os microrganismos (DEHORITY, 2003). Os microrganismos do rúmen produzem enzimas que fermentam carboidratos e proteínas para obtenção de nutrientes necessários para seu crescimento (GONZÁLEZ et al., 2014). As principais fontes de energia para os ruminantes são os produtos finais da fermentação, como os ácidos graxos voláteis e a proteína microbiana (LOOR et al., 2016). Por outro lado, a fermentação não é tão eficiente, pois outros produtos gerados como calor, metano (CH₄) e amônia (N-NH₃) representam perdas de energia e proteína do alimento para o meio ambiente (GONZÁLEZ et al., 2014).

Os compostos presentes nas plantas, conhecidos como metabólitos secundários, podem afetar uma ampla gama de microrganismos do rúmen, incluindo as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (COBELLIS et al., 2016). Os efeitos desses compostos são modulados pelo pH ruminal, pela dieta na qual estão incluídos e por métodos de preparação e extração (PATRA e SAXENA, 2009; CIESLAK et al., 2012). Em função da variação no pH as moléculas ativas dos produtos naturais podem estar em seu estado dissociado (hidrofilico) ou não dissociado (hidrofóbico) (CARDOZO et al., 2005). Assim, à medida que reduz o pH, as moléculas ficam em sua forma hidrofóbica tornando-se capazes de interagir com as membranas celulares das bactérias Gram-positivas, exercendo desse modo, seu efeito antimicrobiano. Alguns metabólitos secundários de plantas podem melhorar o metabolismo animal e têm demonstrado êxito como moduladores da fermentação ruminal (LIU et al., 2015; WENCELOVÁ et al., 2015).

Os metabólitos secundários de plantas e extratos derivados de plantas, são classificados na categoria de aditivos fitogênicos, e vem recebendo um interesse

progressivo no uso como aditivos (PATRA e SAXENA, 2010; GOIS et al., 2016) devido à busca por alternativa aos aditivos químicos para alimentação (YANG et al., 2015).

A palavra “fitogênico” é relativa à fitogenia que se refere a origem, ou formação das plantas (FERREIRA et al., 2009). Portanto, aditivos fitogênicos são produtos originados das plantas, conhecidos também como nutracêuticos (FERNANDES et al., 2015). Os aditivos fitogênicos podem ser classificados com relação à derivação biológica, formulação, descrição química e pureza. Assim, dividem-se em quatro subclasses, sendo: ervas, plantas, óleos essenciais e oleorresinas (HASHEMI e DAVOODI, 2011). Esses produtos quando adicionados à dieta dos animais são capazes de aumentar a produtividade, melhorar a qualidade da ração e as condições de higiene, além de melhorar a qualidade dos alimentos derivados desses animais (KOIYAMA, 2012).

Os efeitos da suplementação de óleos funcionais nos microrganismos do rúmen dependem do tipo e das dosagens utilizadas (PATRA et al., 2013). A oleorresina contém óleos essenciais voláteis que compõem o aroma, resinas e compostos que não são voláteis, determinando o sabor característico das especiarias (RODIANAWATI et al., 2015). Compreender melhor os efeitos desses óleos na microbiota ruminal possibilita o desenvolvimento de estratégias de alimentação eficazes para diminuir as emissões de metano ruminal e melhorar a qualidade da carne e do leite (PATRA, 2013).

De acordo com Castillejos et al. (2005), os principais efeitos que os óleos funcionais exercem no rúmen incluem a redução da degradação de proteína e amido. Isso ocorre devido a efeito negativo dos óleos sobre as bactérias do rúmen que colonizam os substratos ricos em amido e que produzem amônia por meio da desaminação de aminoácidos (HART et al., 2008). Estudos *in vivo* com misturas de óleos essenciais comerciais ricos em componentes fenólicos, confirmaram o aumento da produção de propionato por meio da inibição de bactérias Gram-positivas (GERACI et al., 2012; COBELLIS et al., 2016), demonstrando assim o seu potencial de ação sobre os microrganismos (KISSELS et al., 2017).

1.5. Potencial de ação da oleorresina da Copaíba na microbiota ruminal

Dentre os papéis importantes que os metabólitos secundários de plantas (MSP) desempenham, a atividade antibacteriana é a característica mais notável de contribuição

para a pecuária (REDDY et al., 2020). Esses princípios ativos, podem potencialmente alterar a microbiota ruminal e o metabolismo (fermentação e metanogênese), reduzindo a abundância de *Archaea* ou inibindo bactérias fibrolíticas que fornecem um substrato (por exemplo, hidrogênio) para *Archaeas* metanogênicas (COBELLIS et al., 2016).

De acordo Reddy et al. (2020), a ruptura da membrana celular das bactérias é o principal mecanismo dos compostos presentes na oleorresina, que são em sua maioria terpenóides. Wink (2007) descreve que os terpenos mostram atividade letal ou citotóxica contra uma ampla gama de bactérias, fungos e até mesmo para vírus envelopados. Devido seu caráter lipofílico, eles prontamente interagem com biomembranas e proteínas da membrana (WINK, 2015). O aumento da permeabilidade e fluidez das membranas, causa um efluxo de metabólitos e íons, podendo levar ao vazamento do conteúdo celular e morte microbiana (WINK, 2007). Como elucidado por Karatzas et al. (2001), onde afirmam que a hidrofobicidade desses compostos ativos aumenta em pH baixo, permitindo que se dissolvam em uma taxa mais rápida nos lipídios das membranas celulares das bactérias.

O caráter lipofílico do esqueleto de hidrocarbonetos e o caráter hidrofílico de seus grupos são de principal importância na ação antibacteriana dos componentes da oleorresina (BENDIABDELLAH et al., 2012). Ao entrarem em contato com uma célula, os compostos lipofílicos se ligarão ao núcleo lipofílico interno da bicamada da membrana. Isso acontece normalmente com compostos sesquiterpênicos, que podem se reunir em membranas, mudando sua fluidez e podendo aumentar a permeabilidade se sua concentração for alta (PATRA e BAEK, 2016). As propriedades encontradas nos compostos sesquiterpênicos, principalmente antibacteriana, não são específicas, sendo que os microrganismos exibem níveis diferentes de sensibilidade a esses compostos (BENCHAAR e GREATHEAD, 2011).

Sobre a degradação de terpenóides em ambientes anaeróbicos, estudos consideraram principalmente a ação de microrganismos isolados do solo ou no trato digestivo de insetos xilófagos (BERASATEGUI et al., 2016). Com isto, até agora, houve poucos relatos sobre a biotransformação de terpenos de origem vegetal no trato digestivo de ruminantes, especialmente no rúmen (CHIZZOLA et al., 2004).

A oleorresina da copaíba tem mostrado atividade antibacteriana contra várias cepas, em particular, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* (LANDIM, 2019), *Escherichia coli*, (PEREIRA et al., 2018), *S. aureus*, *S. pyogenes* e *E. faecalis* (MASSON et al., 2013). Todos são microrganismos que podem estar presentes no rúmen e que são importantes para saúde humana. Estudos com óleos essenciais que possuem alguns compostos presentes na oleorresina da copaíba, como β -cariofileno (cariofileno), mostraram inibição de duas bactérias celulolíticas, *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus albus*, microrganismos importantes na fermentação ruminal (COBELLIS et al., 2016). Além disso, pode atuar como agente antimicrobiano e antifúngico em mecanismos de defesa contra patógenos, como *Pseudomonas aeruginosa* e *B. subtilis*, *E. coli*, *S. aureus*, *Candida albicans* (MALIK et al., 2019).

Na fermentação microbiana ruminal, Neto (2015) avaliou diferentes doses do óleo bruto de Sucupira, cujo componente de maior concentração foi o β -cariofileno. O autor observou que o ácido acético foi reduzido com o uso da maior dose do óleo, 24% da MS. Este resultado está relacionado à atividade inibitória deste óleo sobre as bactérias Gram-positivas, que em sua maioria são produtoras de acetato.

A conversão de piruvato para propionato consome elétrons, por consequência não há liberação de hidrogênio; já a formação de acetato e butirato libera hidrogênio no meio, estando sujeito a formação de metano (CH_4). A formação de metano representa perdas de energia para o animal e aumento da produção de gases do efeito estufa. Os padrões da fermentação ruminal são determinantes para a metanogênese (GHIMIRE et al., 2014). Machado et al. (2011) relatam que os ácidos graxos voláteis produzidos liberam quantidades diferentes de H_2 . A produção de acetato e butirato, predominante durante a fermentação de carboidratos fibrosos, favorece a metanogênese, enquanto a formação do propionato por sua vez, reduz a disponibilidade de H_2 diminuindo a metanogênese. Portanto, as taxas de produção de acetato e propionato influenciam a produção de metano (HEGARTY, 2001). Desta forma o uso de oleorresina da copaíba pode reduzir a produção de metano no rúmen.

Os critérios para identificar compostos com efeitos positivos na fermentação ruminal envolvem o aumento ou nenhuma mudança na produção total de ácidos graxos voláteis, associado a mudanças nas proporções molares dos mesmos e redução ou

nenhuma mudança na concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no ambiente ruminal (CASTILLEJOS et al., 2005). Em pesquisa *in vitro* realizada por Souza (2013) foi observada a redução significativa na concentração de N-NH₃ do líquido ruminal, com a utilização do óleo de Sucupira, cujo principal composto é o β -cariofileno. Estes resultados revelam a capacidade dos componentes sesquiterpênicos presentes no óleo de sucupira em proteger a proteína da degradação ruminal, mostrando o potencial efeito sobre bactérias Gram-positivas, que são grandes produtoras de amônia.

Os compostos agem sobre bactérias proteolíticas, que degradam as proteínas e liberam nitrogênio (N), além disso, esses aditivos podem interagir com essas proteínas vindas dos alimentos de modo a formar complexos que impedem sua degradação por outras bactérias ruminais (FRANÇA, 2014). As concentrações reduzidas de N-NH₃ no rúmen também podem estar ligadas à inibição de bactérias hiper produtoras de amônia como o *Clostridium sticklandii*, *Peptostreptococcus anaerobius* e fungos anaeróbicos (McINTOSH et al., 2003).

O composto cariofileno também está presente em alta proporção no óleo de eucalipto. Com isto, Chouchen et al. (2018) utilizando óleo de eucalipto na modulação ruminal, observaram que com doses mais altas (80 e 120 μ l) houve aumento do pH. Para Castillejos et al. (2005), o aumento de pH está associado a uma redução significativa no total de ácido graxo volátil produzido, que por sua vez é resultado da menor taxa de fermentação do substrato devido ao efeito antimicrobiano dos compostos ativos (FRASER et al., 2007). Segundo Chouchen et al. (2018), as bactérias são afetadas por meio da interação com a membrana da célula, causando mudanças conformacionais na estrutura da membrana. Conforme revelado por Castillejos et al. (2005), em doses mais altas, a maioria dos compostos presentes nos óleos essenciais causa uma inibição da desaminação e uma diminuição na produção de N-NH₃. O uso de óleo do eucalipto em altas concentrações inibe fortemente a microbiota ruminal, diminui a digestibilidade e a produção de ácidos graxos voláteis. Estes efeitos refletem em morte celular generalizada, conforme indicado pelos níveis reduzidos de alguns aminoácidos específicos e nas concentrações reduzidas de N-NH₃ e AGV no líquido ruminal.

Em uma pesquisa *in vitro* utilizando vários aditivos fitogênicos, incluindo as folhas do eucalipto, foi observada redução na produção de CH₄, N-NH₃, propionato e

butirato, com conseqüente redução do total de AGVs, podendo indicar maior eficiência (COBELLIS et al., 2016). Entre as três principais espécies bacterianas celulolíticas estudadas, *Fibrobacter succinogenes* pareceu ser mais sensível ao uso dos aditivos do que as duas espécies de *Ruminococcus* (*R. albus* e *R. flavefaciens*).

Existem relatos em que as bactérias Gram-negativas são menos afetadas com o uso de óleos essenciais em relação as Gram-positivas, que são inibidas devido ao uso dos aditivos (BURT, 2004). Reiterando esta assertiva, Benchaar e Greathead, (2011) citam que a atividade antibacteriana dos óleos essenciais tende a ser mais seletiva contra as bactérias Gram-positivas, afetando menos as Gram-negativas. Como exemplificado por Guarda et al., (2011) em estudo com *Escherichia coli* (Gram-negativa), *Staphylococcus aureus* e *Listeria innocua* (Gram-positivas), que foi necessária maior concentração de timol e carvacrol para inibir a atividade da *E. coli*. Uma explicação razoável para a ausência ou menor atividade contra bactérias Gram-negativas pode ser devido à morfologia de suas paredes complexas.

As bactérias Gram-positivas e Gram-negativas diferem em suas paredes, onde as paredes das bactérias Gram-negativas representam uma barreira mais forte e mais espessa do que as Gram-positivas (MAI-PROCHNOW et al., 2016). As paredes Gram-negativas têm uma bicamada (contendo proteínas, fosfolipídios e lipopolissacarídeos), que geralmente é sua camada mais externa situada acima de uma fina camada de peptidoglicano (AUER e WEIBEL, 2017).

No entanto, existem divergências quanto a ação dos óleos, desmistificando a crença geral de que as bactérias Gram-negativas são mais difíceis de serem inibidas do que as Gram-positivas (NEVES et al., 2018). Este comportamento foi comprovado em um estudo conduzido por Lin et al. (2013), onde populações de *Fibrobacter succinogenes* e *Butyrivibrio fibrisolvens* (Gram-negativas) tiveram diminuição no rúmen ovelhas, enquanto a população de *Ruminococcus flavefaciens* (Gram-positiva) não foi alterada pela adição de uma mistura de óleos essenciais (cravo, orégano, canela e limão). Pieri et al. (2012) mostraram que três espécies de bactérias Gram-negativas (*E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. flexneri*) e uma espécie Gram-positiva (*S. aureus*) foram inibidas por duas soluções com concentração final de 10% de óleo de copaíba.

Em outro estudo, Neves et al. (2018) observaram que todas as cepas testadas exibiram algum grau de sensibilidade à concentração inibitória mínima do cariofileno de óleo da copaíba. De acordo com Huang et al. (2012) o mecanismo de ação dos compostos do óleo de copaíba pode levar ao extravasamento da membrana, disfunção da bomba de prótons e enfraquecimento do pool de ATP (adenosina trifosfato), efeitos que já foram atribuídos ao β -cariofileno.

Além da ação contra bactérias, os óleos essenciais também possuem a capacidade de reduzir o número e a atividade dos protozoários ruminais (BODAS et al., 2012). Nesse sentido, é importante enfatizar sobre o papel dos protozoários na degradação da proteína alimentar (BACH et al., 2005), uma vez que a redução de protozoários no rúmen resulta em diminuição na desaminação de aminoácidos (NEWBOLD et al., 2004). Patra e Yu (2014) utilizaram óleos essenciais (orégano, cravo, hortelã), para avaliar a fermentação ruminal e abundância de *Archeas* e protozoários no rúmen. Os autores observaram que todos os óleos essenciais diminuíram a população dos protozoários, *S. ruminantium*, *R. amylophilus*, *P. ruminicola* e *P. bryantii*. Santoro et al. (2007) indicaram que os efeitos antiprotozoários são provavelmente devido a hidrofobicidade que permeia a membrana celular dos protozoários e interfere com as vias metabólicas citosólicas.

A atividade antimicrobiana não é mediada por um único mecanismo específico, considerando a variada gama de substâncias químicas presentes nos óleos essenciais, (BAKKALI et al., 2008). Combinações de diferentes óleos podem trazer uma maior eficiência antimicrobiana devido aos efeitos aditivos e / ou sinérgicos que podem ocorrer entre os componentes de diferentes dos óleos (BENCHAAR e GREATHEAD, 2011).

1.6. Efeitos no desempenho e características de carcaça

A alimentação dos animais dentro de uma cadeia produtiva, é responsável pela maior parte dos custos totais de produção (KENIS et al., 2014). Portanto, a necessidade de melhorar a eficiência na produção, o crescimento e a imunidade do animal. Isto estimulou o desenvolvimento de pesquisas baseadas em nutrientes que melhorem a função imune e digestiva dos animais (ZAVARIZE et al., 2010). Diante disso, os efeitos positivos dos probióticos e extratos vegetais os tornam bons aditivos alimentares e alternativas ao uso de antibióticos (CRUZ et al., 2014). Estes aditivos têm função reduzir

a carga de bactérias patogênicas, melhorar a ingestão de matéria seca e a eficiência de conversão alimentar (LIMA et al., 2013). Além disso, melhora a eficiência de utilização de nutrientes e o desempenho de produção, estimulando e ativando as células imunes, reduzindo a produção de metano (RIGOBELLO et al., 2014). Devido à capacidade de alterar a fermentação ruminal, os óleos essenciais poderiam melhorar a utilização de nutrientes e assim o desempenho de ruminantes.

Khiaosa-ard e Zebeli (2013) relataram que os efeitos da suplementação com aditivos naturais, como os óleos essenciais, diferem entre espécies de ruminantes. De acordo com esses autores, o gado de corte responde de forma mais rápida e adequada a estes óleos, quando comparado ao gado de leite e pequenos ruminantes. Isto é resultado da diversidade microbiana ruminal que é mais adaptada para degradar os metabólitos secundários de plantas em pequenos ruminantes em comparação aos bovinos (COBELLIS et al., 2016).

Efeitos da oleorresina da copaíba foram relatados, melhorando o desempenho, aumentando o ganho médio diário e eficiência alimentar de cordeiros confinados (MOURA et al., 2017). Abreu (2014) observou efeitos do incremento de doses de óleo da copaíba (até 1,5 g / kg de MS) na digestibilidade *in vitro* de nutrientes. Este autor relatou aumento linear na digestibilidade da MS e um efeito quadrático positivo na digestibilidade do FDN, indicando que há possibilidade de melhora no desempenho dos animais alimentados com esse produto. Lima et al. (2018) trabalhando com bovinos a pasto e suplementados com níveis de inclusão do óleo de copaíba, observou que houve efeito quadrático para o consumo de matéria seca da forragem. De acordo com Bueno et al. (2007) o consumo é provavelmente o fator mais importante para determinar o desempenho animal e está relacionado aos nutrientes do alimento que podem ser digeridos.

Alguns resultados não têm demonstrados eficácia com uso de apenas um tipo de óleo, por isso algumas pesquisas utilizam uma mistura de óleos vegetais, com intuito de potencializar seus efeitos. Em uma abordagem buscando essa maximização dos efeitos dos aditivos naturais, Souza et al. (2019) utilizaram uma dieta contendo uma mistura de óleos funcionais comercial e, observaram que a mistura de óleos melhora o desempenho animal.

Quanto às características de carcaça, Moura et al. (2017) não observaram influência de diferentes doses de oleorresina da copaíba sobre estes parâmetros em cordeiros. Alguns óleos essenciais também não alteraram as características da carcaça em novilhas em confinamento (MONTESCHIO et al., 2017) ou em cabras em crescimento (MANDAL et al., 2014).

Alguns resultados negativos encontrados em trabalhos *in vivo* podem ser atribuídos ao desconhecimento das melhores doses, da forma adequada de fornecimento e das interações com a dieta e com o ambiente ruminal. É relevante considerarmos que óleos essenciais e extratos de plantas não são substâncias padronizadas e, por isso, apresentam grande variação na concentração e nos tipos de substâncias ativas. Logo, é coerente que resultados *in vivo* sejam contraditórios e inconsistentes, mesmo para aquelas substâncias cujos efeitos positivos já foram comprovados *in vitro* (ARAUJO, 2010).

Apesar de extensas pesquisas realizadas com óleos e extratos de plantas na alimentação animal, o uso como aditivo em rações de ruminantes ainda é difícil e limitado, por diversos motivos. Dentre eles, composição variável, espécies das plantas, crescimento e métodos de extração resultam em grandes discrepâncias no produto, impedindo a compreensão do efeito e determinação dos tipos e doses necessárias (COBELLIS et al., 2016).

REFERÊNCIAS

- ABREU, F.S.S. 2014. **Degradabilidade e digestibilidade de diferentes dietas para cordeiros confinados utilizando níveis crescentes de óleo de copaíba (*Copaifera sp.*)**. Tese (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, Brazil.
- ALBRAO, F.O.; DUARTE, E.R.; FREITAS, C.E.S.; VIEIRA, E.A.; GERASEEV, L.C.; SILVA-HUGHES, A.C.; ROSA, C.A.; RODRIGUES, N.M. Characterization of fungi from the ruminal fluid of beef cattle with diferente ages and raised in tropical lignified pastures. **Current Microbiology**. 2014; 69:649 e 59.
- AKATSU, I. P. **Resinas vegetais coletadas por *Scaptotrigona* (Hymenoptera, Apidae): composição química e atividade antimicrobiana**. 2009. 115f. Tese (Doutorado em Ciências - Área: Entomologia apresentada) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2009.

ARAUJO, R.C., 2010. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal in vitro**. Dissertação. Universidade de São Paulo, Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, Brazil.

ARRUDA, C.; MEJÍA, J.A.A.; RIBEIRO, V.P.; BORGES, C.H.G.; MARTINS, C. H.G.; VENEZIANI, R.C.S.; AMBRÓSIO, S.R.; BASTOS, J.K. Occurrence, chemical composition, biological activities and analytical methods on *Copaifera* genus—A review. **Biomedicine & Pharmacotherapy** 109 (2019) 1–20.

ARAGÃO, A.J.M. **Análise da participação dos quilombolas na extração de óleo resina de copaiba em área de mineração no Alto Rio Trombetas, Oriximiná/Pará**. 2016. 60f. Dissertação (Mestrado em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais) – Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITVDS), Belém, 2016.

AUER, G.K.; WEIBEL, D.B. Bacterial Cell Mechanics. **Biochemistry** 2017, 56, 3710–3724.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science*, V. 88, **Supplement**, April 2005, P. E9-E21.

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

BARDAJÍ, D.K.R.; DA SILVA, J.J.M.; BIANCHI, T.C.; EUGÊNIO, D.D.; DE OLIVEIRA, P.F.; LEANDRO, L.F.; ROGEZ, H.L.G.; VENEZIANNI, R.C.S.; AMBROSIO, S.R.; TAVARES, D.C.; BASTOS, J.K.; MARTINS, C.H.G. 2016. *Copaifera reticulata* oleoresin: chemical characterization and antibacterial properties against oral pathogens. **Anaerobe** 40, 18–27.

BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H.; 2011. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology** 166, 338–355.

BENDIABDELLAH, A.; DIB, M.E.A.; DJABOU, N.; ALLALI, H.; TABTI, B.; MUSELLI, A.; COSTA, J. Biological activities and volatile constituents of *Daucus muricatus* L. from Algeria. **Chemistry Central Journal**. 2012; 6: 48.

BERASATEGUI, A.; AXELSSON, K.; NORDLANDER, G.; SCHMIDT, A.; BORG-KARLSON, A.K.; GERSHENZON, J.; TERENIUS, O.; KALTENPOTH, M. The gut microbiota of the pine weevil is similar across Europe and resembles that of other conifer-feeding beetles. **Molecular Ecology**, v. 25, 2016.

BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F.J.; LÓPEZ, S. (2012). Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, 176: 78–93.

BUENO, I.C.S.; VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; LOUVANDINI, H. Consumo voluntário, digestibilidade aparente e cinética digestiva de três forrageiras em ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 713-722, 2007.

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

- CARDOZO, P.W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. 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 Animal Science**, 2005; 83(11), 2572-2579.
- CARVALHO, L. O.; MILKE, L. T. Importância terapêutica do óleo-resina de copaíba: enfoque para ação anti-inflamatória e cicatrizante. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Vol.XI (2),25–36, 2014.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; LOSA, R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.29-41, 2005.
- CHICARO, C. F. **Análise da expressão da proteína nf-kappaB antes e depois do tratamento com dexametasona e os óleos de copaíba e andiroba em cultura de células de carcinoma epidermóide bucal**. 2009. 125f. Dissertação (Mestrado em odontologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- CHIZZOLA, R.; HOCHSTEINER, W.; HAJEK, S.G.C. Analysis of essential oils in the rumen fluid after incubation of Thuja orientalis twigs in the Rusitec system. **Research in Veterinary Science** 76:77–82 (2004).
- CHOUCHEN, R.; ATTIA, K.; DAREJ, C.; MOUJAHED, N. (2018). Potential of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) essential oil to modify in vitro rumen fermentation in sheep. **Journal of Applied Animal Research**, 46:1, 1220-1225.
- CIESLAK, A.; ZMORA, P.; PERS-KAMCZYC, E.; SZUMACHER-STRABEL, M. Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176, p. 102-106, 2012.
- COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; YU, Z. 2016. Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. **Science of the Total Environment**. 545, 556–568.
- CRUZ, O.T.B.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; RIVAROLI, D.C.; PRADO, R.M.; LIMA, B.S.; PRADO, I.N. 2014. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. **Italian Journal of Animal Science**. 13, 790–797.
- DEHORITY, B.A. **Rumen microbiology**. Nottingham: Nottingham University Press; 2003.
- FERNANDES, R.T.V.; ARRUDA, A.M.V.; OLIVEIRA, V.R.M.; QUEIROZ, J.P.A.F.; MELO, A.S.; DIAS, F.K.D.; MARINHO, J.B.M.; SOUZA, R.F.; SOUZA, A.O.V.; FILHO, C.A.S. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet** Maringá, v. 9, n. 12, p. 526-535, Dez., 2015.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; INÁCIO, M.; MARCONDES, M.L.P.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38, 1568-1573, 2009.

FLYTHER, M.D.; KAGAN, I.A.; WANG, Y.; NARVAEZ, N. Inhibition of gram-positive bacteria in ruminants leads to the proliferation of gram-negative bacteria, which promotes the production of propionate in the rumen. **Frontiers in Veterinary Science**, 21. 2017.

FRANÇA, E.P. **Extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal**. Monografia (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2014.

FRANCISCO, S. G. Uso do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis* L) em inflamação ginecológica. **Femina**, v.33, n. 2, p. 89-93, fev. 2005.

FRASER, G. R.; CHAVES, A. V.; WANG, Y., MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A.; BENCHAAAR, C. Assessment of the Effects of Cinnamon Leaf Oil on Ruminal Microbial Fermentation Using Two Continuous Culture Systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 5, 2007.

GERACI, J.I.; GARCIARENA, A.D.; GAGLIOSTRO, G.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; COLOMBATTO, D. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176 p. 123-130, 2012.

GHIMIRE, S.; GREGORINI, P.; HANIGAN, M. D. Evaluation of predictions of volatile fatty acid production rates by the Molly cow model. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 354-362, 2014.

GHOSH, P. K.; GABA, A. Phyto-extracts in wound healing. **Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 16, n. 5, p. 760-820, 2013.

GOIS, F.D.; CAIRO, P.L.G.; CANTARELLI, V.S.; COSTA, L.C.B.; FONTANA, R.; ALLAMAN, I.B., SBARDELLA, M.; CARVALHO JR., F.M.; COSTA, L.B. 2016. Effects of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. **Livestock Science**, 183, 24–27.

GONÇALVES, F.M.; CORRÊA, M.N.; ANCIUTI, M.A.; GENTILINI, F.P.; ZANUSSO, J.T.; RUTZ, F. (2010). Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 104, 569-572.

GONZÁLEZ, A.R.C.; BURROLA-BARRAZAB, M.E.; DOMÍNGUEZ-VIVEROSB, J.; CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A. Ruminal microorganisms and fermentation. **Archivos de Medicina Veterinaria**, 46, 349-361 (2014).

GUARDA, A.; RUBILAR, J.F.; MILTZ, J.; GALOTTO, M.J. The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol, **International Journal of Food Microbiology**, 146(2), 144-150 (2011).

HART, K.J.; YANEZ-RUIZ, D.R.; DUVAL, S.M.; McEWAN, N.R.; NEWBOLD, C.J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 147, n. 1/3, p. 8-35, 2008.

HASHEMI, S.R.; DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary Research Communications**, v.35, p.169-180, 2011.

HEGARTY, R. **Greenhouse gas emissions from the Australian livestock sector what do we know, what can we do?** Canberra: NSW Agriculture Australian Greenhouse Office, 2001. 35 p.

HUANG, M.; SANCHEZ-MOREIRAS, A.M.; ABEL, C.; SOHRABI, R.; LEE, S.; GERSHENZON, J.; THOLL, D. 2012. The major volatile organic compound emitted from *Arabidopsis thaliana* flowers, the sesquiterpene (E)- β -caryophyllene, is a defense against a bacterial pathogen. **New Phytologist**. 193, 997–1008.

Instituto Brasileiro de geografia e Estatística – IBGE, 2018. Produção da extração vegetal e da silvicultura. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2018> (Acesso 18 de Agosto 2020).

INDEX KEWENSIS. Supplement XX. Oxford: Clarendon Press, 1996. 346p.

KARASKOVA, K., SUCHY, P., STRAKOVA, E., 2015. Current use of phytogenic feed additives in animal nutrition: a review. **Journal of Animal Science**. 60, 521-530.

KARATZAS, A.; KETS, E.; SMID, M.B. 2001. The combined action of carvacrol and high hydrostatic pressure on *Listeria monocytogenes* Scott A. **Journal of Applied Microbiology**. 90, 463–469.

KENIS, M.; KONÉ, N.; CHRYSOSTOME, C.A.A.M.; DEVIC, E.; KOKO, G.K.D.; CLOTTEY, V.A.; NACAMBO, S.; MENSAH, G.A. Insects used for animal feed in West Africa. **Entomologia** 2014; 2:218.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal of Animal Science**, Volume 91, Issue 4, April 2013, Pages 1819–1830.

KISSELS, W., WU, X., SANTOS, R.R., 2017. Interaction of the isomers carvacrol and thymol with the antibiotics doxycycline and tilmicosin: in vitro effects against pathogenic bacteria commonly found in the respiratory tract from calves. **Journal Dairy Science** 100, 1–5.

KLUPPEL, M.P., FERREIRA, J.C.P., CHAVES, J.H., HUMMEL, A.C., 2010. **Case study: in search of regulations to promote the sustainable use of NTFPs in Brazil**. In: Laird, S.A., McLain, R., Wynberg, R.J. (Eds.), *Wild Governance – Finding Policies that Work for Non-timber Forest Products*. Earthscan, London, pp. 43–52.

KOYAMA, N. T. G. 2012. **Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte**. Animal Science. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

LANDIM, M.G. **Estudo da atividade antibacteriana de nanoemulsão à base de óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) e de sua combinação com ácido anacárdico**. 2019. Dissertação (Mestrado em nanociência e Nanobiotecnologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 100 p.

LEANDRO, L.M.; VARGAS, F.S.; BARBOSA, P.S.C.; NEVES, J.K.O.; SILVA, J.A.; VEIGA-JUNIOR, V.F. Review: Chemistry and Biological Activities of Terpenoids from Copaiba (*Copaifera* spp.) Oleoresins. **Molecules**, v. 17, p. 3866-3889, 2012.

LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; AZEVEDO, C.R.; CAMPOS, C.A.; OLIVEIRA, A. 2001. Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba. UFAC – SEF (Série: Manejo Sustentável de Florestas Tropicais por Populações Tradicionais), Rio Branco.

LIMA, F.E.O.; GOES, R.H.T.B.; GANDRA, J.R.; PENHA, D.S.; OLIVEIRA, R.T.; GRESSLER, M.G.M.; SILVA, T.I.S.; SILVA, N.G. Inclusion of copaiba oil (*Copaifera*

sp.) as additive in supplements for cattle on pasture. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.19 no.2 Salvador Apr./June 2018.

LIMA, R.N.; LOPES, K.T.L.; MOURA, A.K.B.; MORAIS, J.H.G.; MIRANDA, M.V.F.G.; LIMA, P.O. Utilização de aditivos na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 24, Ed. 247, Art. 1633, Dezembro, 2013.

LIN, B.; LU, Y.; SALEM, A.Z.M.; WANG, J.H.; LIANG, Q.; LIU, J.X. Effects of essential oil combinations on sheep ruminal fermentation and digestibility of a diet with fumarate included. **Animal Feed Science and Technology**, V.184, Issues 1–4, 9 August 2013, Pages 24-32.

LIU, H.W.; XIONG, B.H.; LIC, K.; ZHOUD, D.W.; LVC, M.B.; ZHAOA, J.S. Effects of Suaeda glauca crushed seed on rumen microbialpopulations, ruminal fermentation, methane emission, andgrowth performance in Ujumqin lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 104-113, 2015.

LOOR, J.J.; ELOLIMY, A.A.; MCCANN, J.C. Dietary impacts on rumen microbiota in beef and dairy production. **Animal Frontiers**, July 2016, Vol. 6, No. 3.

LUCAS, F.A.; KANDROTAS, A.L.; NARDIN NETO, E.; SIQUEIRA, C.E.; ANDRE, G.S.; BROMERSCHENKEL, I.; PERRI, S.H.V. Copaiba oil experimental wound healing in horses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.47, n.4, p. 1-7, 2017.

MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; JÚNIOR, R.G.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C.; CHAVES, A.V.; CAMPOS, M.M.; MORENZ, M.J.F. **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. – Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 147).

MAI-PROCHNOW, A.; CLAUSON, M.; HONG, J.; MURPHY, A.B. Gram positive and Gram negative bacteria differ in their sensitivity to cold plasma. **Scientific Reports** 6, 38610 (2016).

MALIK, S.; MESQUITA, L.S.S.; SILVA, C.R.; MANDAL MESQUITA, J.W.C.; ROCHA, E.S.; BOSE, J.; ABIRI, R.; FIGUEIREDO, P.M.S.; COSTA-JÚNIOR, L.M. Chemical Profile and Biological Activities of Essential Oil from *Artemisia vulgaris* L. Cultivated in Brazil. **Pharmaceuticals**, 2019, 12, 49.

, G.P.; ROY, A.; PATRA, A.K. 2014. Effects of feeding plant additives rich in saponins and essential oils on the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid concentrations in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats. **Animal Feed Science and Technology** 197, 76–84.

MARTINS, I. F. B.; SILVA, A. Influência do óleo de copaíba (*copaifera* sp.) no tratamento de ferida cutânea infeccionada. **Revista de Pesquisa: cuidado é Fundamental-online**, 2 (Ed. Supl.), p. 526-529, 2010.

MASSON, D.S.; SALVADOR, S.L.; POLIZELLO, A.C.M.; FRADE, M.A.C. Atividade antimicrobiana do óleo-resina de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) em bactérias de significância clínica em úlceras cutâneas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.15, n.4, supl.I, p.664-669, 2013.

McINTOSH, F.M.; WILLIAMS, P.; NEWBOLD, C.J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, p. 5011–5014, 2003.

- MCSWEENEY, C.; MACKIE, R. Microorganisms and ruminant digestion: state of knowledge, trends and future prospects. **Background Study Paper**. 2012. Roma.
- MEDEIROS, R. S.; VIEIRA, G. Sustainability of extraction and production of copaíba (*Copaifera multijuga Hayne*) oleoresin in Manaus, AM, Brazil. **Forest Ecology and Management**. v. 256. p. 282–28, 2008.
- MEDEIROS, R.S.; VIEIRA, G.; ALMEIDA, D.R.A.; FO, M.T. New information for managing *Copaifera multijuga* Hayne for oleoresin yield. **Forest Ecology and Management**, 414 (2018) 85–98.
- MOURA, L.V.; OLIVEIRA, E.R.; FERNANDES, A.R.M.; GABRIELA, A.M.A.; SILVA, L.H.X.; TAKIYA, C.S.; CÔNSOLO, N.R.B.; RODRIGUES, G.C.G.; LEMOS, T.; GANDRA, J.R. Feed efficiency and carcass traits of feedlot lambs supplemented either monensin or increasing doses of copaiba (*Copaifera spp.*) essential oil. **Animal Feed Science and Technology** 232 (2017) 110–118.
- NETO, J.T.N. **Óleo bruto de pterodon emarginatus vogel (sucupira) como manipulador da fermentação ruminal em sistema de cultura contínua de duplo fluxo**. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- NEVES, J.K.O; APOLINÁRIO, A.C.; ALCANTARA SARAIVA, K.L.; DA SILVA, D.T.C.; DE FREITAS ARAÚJOREIS, M.Y.; DE LIMA DAMASCENO, B.P.G.; PESSOA, A.; MORAES GALVÃO, M.A.; SOARES, L.A.L.; VEIGA JÚNIOR, V.F.; SILVA, J.A.; CONVERTI, A. Microemulsions containing *Copaifera multijuga Hayne* oil-resin: Challenges to achieve an eficiente system for β -caryophyllene delivery. **Industrial Crops and Products**. 2018, 111, 185–192.
- NEWBOLD, C.J.; McINTOSH, F.M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R.J. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 114, n.1/4, p. 105-112, 2004
- PATRA, A.K. 2013. The effect of dietary fats on methane emissions, and its other effects on digestibility, rumen fermentation and lactation performance in cattle: A meta-analysis. **Livestock Science**.155, 244-254.
- PATRA, A.K.; SAXENA, J. 2009. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. **Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General**, 96, 363–375.
- PATRA, A.K.; SAXENA, J. Review: A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, New York, v. 71, p. 1198-1222, 2010.
- PATRA, A.K.; YU, Z. Effects of vanillin, quillaja saponin, and essential oils on in vitro fermentation and protein-degrading microorganisms of the rumen. **Applied Microbiology and Biotechnology** (2014) 98:897–905.
- PATRA, J.K.; BAEK, K.H. Antibacterial Activity and Action Mechanism of the Essential Oil from *Enteromorpha linza* L. against Foodborne Pathogenic Bacteria. **Molecules** 2016, 21(3), 388.
- PEREIRA, N.C.M.; MARISCAL, A.G.; NEPOCENO, K.L.P.C.; SILVA, V.C.C.R.; FERNANDES, H.M.; VIVI, V.K. Atividade antimicrobiana do óleo-resina de copaíba

natural/comercial contra cepas padrão. **Journal Health NPEPS**. 2018 jul-dez; 3(2):527-539.

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.

PIERI, F.A.; SILVA, V.O.; SOUZA, C.F.; COSTA, J.C.M.; SANTOS, L.F.; MOREIRA, M.A.S. Antimicrobial profile screening of two oils of *Copaifera* genus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.241- 244, 2012.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual de Química**. Vol 5, No. 1, Janeiro-Feveiro, 2013.

REDDY, P.R.K.; ELGHANDOUR, M.M.M.Y.; SALEM, A.Z.M.; YASASWINI, D.; REDDY, P.P.R.; REDDY, A.N.; HYDER, I. Plant secondary metabolites as feed additives in calves for antimicrobial stewardship. **Animal Feed Science and Technology** 264 (2020) 114469.

RIGAMONTE-AZEVEDO, O.C., WADT, P.G.S., WADT, L.H.O., 2004. Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina, (Documentos 91). EMBRAPA/MAPA, Rio Branco.

RIGOBELLO, E. C.; PEREIRA, M. C. S.; VICARI, D. V. F.; MILLEN, D. D. Utilização de probiótico e monensina sódica sobre o desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, p. 415-424, 2014.

RODIANAWATI, I.; HASTUTI, P.; CAHYANTO, M.N. Nutmeg's (*Myristica fragrans* Houtt) Oleoresin: Effect of Heating to Chemical Compositions and Antifungal Properties. *Procedia Food Science* 3 (2015) 244 – 254.

ROSA, J.C.; GOMES, A.M.S Os aspectos etnobotânicos da copaíba. **Revista Geografar** 2009, 4, 59–77.

SANTORO, G.F.; DAS GRACAS CARDOSO, M.; GUIMARÃES, L.G.; SALGADO, A.P.; MENNA-BARRETO, R.F.; SOARES, M.J. 2007. Effect of oregano (*Origanum vulgare* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oils on *Trypanosoma cruzi* (Protozoa: Kinetoplastida) growth and ultrastructure. **Parasitology Research**. 100, 783–790.

SHANLEY, P.; LEITE, A.; ALECHANDRE, A.; AZEVEDO, C. 2005. Copaíba. In SHANLEY, P.; MEDINA, G. (eds.). **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. CIFOR/Imazon, Belém, 300p.

SILVA, N.E.; SANTANA, C.A.; SILVA, M.I.; OLIVEIRA, M.C. Aspectos socioeconômicos da produção extrativista de óleos de andiroba e de copaíba na floresta nacional do Tapajós, Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.1, p.12-23, 2010.

SIQUEIRA, G.C.L. (coord.). 1996. **Produtos potenciais da Amazônia**. Ed. Sebrae, Brasília, 97p.

SOUZA BARBOSA, P.C.; MOREIRA WIEDEMANN, L.S.; DA SILVA MEDEIROS, R.; SAMPAIO, P. T.B.; VIEIRA, G.; VEIGA-JUNIOR, V. F. Phytochemical fingerprints

of copaiba oils (*Copaifera multijuga* Hayne) determined by multivariate analysis. **Chemistry & Biodiversity**, 10 (2013) 1350–1360.

SOUZA, F.M.; LOPES, F.B.; EIFERT, E.C.; MAGNABOSCO, C.U.; COSTA, M.F.O.; BRUNES, L.C. **Extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal** / Flávia Martins de Souza... [et al.]. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2016. 42 p. – (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 331)

SOUZA, K.A.; MONTESCHIO, J.O.; MOTTINA, C.; RAMOS, T.R.; PINTO, L.A.M.; EIRAS, C.E.; GUERRERO, A.; PRADO, I.N. Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. *Livestock Science*, 220 (2019) 190–195.

STOVER, M.G.; WATSON, R.R.; COLLIER, R. Pre- and probiotic supplementation in ruminant. **Livestock production**. 2016. p. 25 e 36.

TOBOUTI, P.L.; MARTINS, T.C.A.; PEREIRA, T.J.; MUSSI, M.C.M. Antimicrobial activity of copaiba oil: A review and a call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, October 2017, p. 93-99.

TRINDADE, R.; DA SILVA, J.K.; SETZER, W.N. *Copaifera* of the Neotropics: A Review of the Phytochemistry and Pharmacology. **International Journal of Molecular Sciences**, 19, 1511, 2018.

VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. O gênero *Copaifera* L. **Química Nova** 2002, 25, 273–286.

WENCELOVÁ, M.; VÁRADYOVÁ, Z.; MIHALIKOVÁ, K.; ČOBANOVÁ, K.; PLACHÁ, I.; PRISTAŠ, P.; JALČ, D.; KIŠIDAYOVÁ, S.; 2015. Rumen fermentation pattern, lipid metabolism and the microbial community of sheep fed a high-concentrate diet supplemented with a mix of medicinal plants. **Small Ruminant Research** 125, 64–72.

WINK, M. 2007. Molecular modes of action of cytotoxic alkaloids—From DNA intercalation, spindle poisoning, topoisomerase inhibition to apoptosis and multiple drug resistance. In: In: Cordell, G. (Ed.), *The Alkaloids*, vol. 64. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 1–48.

WINK, M. 2015. Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. **Medicines** 2, 251–286.

YANG, C.H.; CHOWDHURY, M.A.K.; HOU, Y.; GONG, J. 2015. Phytogetic compounds as alternatives to in-feed antibiotics, potentials and challenges in application. **Pathogens**, 4, 137-156.

YAMAGUCHI, M.H.; GARCIA, R.F. Óleo de copaíba e suas propriedades medicinais: revisão bibliográfica. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 5, n. 1, p. 137-146, jan./abr. 2012 - ISSN 1983-1870.

ZAVARIZE, K.C; MENTEN, J.F.M.; TRALDI, A.B.; SANTAROSA, J.; SILVA, C.L.S (2010). Utilização de glutamina na nutrição de monogástricos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 109, 573-576.

ZOGHBI, M.G.B., MARTINS-DA-SILVA, R.C.V., TRIGO, J.R., 2009. Volatiles of oleoresins of *Copaifera paupera* (Herzog) Dwyer, *C. piresii* Dwyer and *C. pubiflora* Benth. (Leguminosae). **Journal of Essential Oil Research**. 21, 403–404.

CAPÍTULO II

ADIÇÃO DE OLEORRESINA DA COPAÍBA EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA CORDEIROS: FERMENTAÇÃO RUMINAL, DIGESTIBILIDADE, PARÂMETROS METABÓLICOS, COMPORTAMENTO INGESTIVO, DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA

Pantoja, J. C.¹, Vargas Junior F.M.¹, et al.

¹Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil, CEP: 79804-970

Resumo

Objetivou-se avaliar o fornecimento da oleorresina da copaíba (*Copaifera reticulata*) como alternativa ao uso de lasalocida sódica, em dietas de alto de concentrado para cordeiros em terminação, quanto à fermentação ruminal, ingestão e eficiência alimentar, comportamento ingestivo e características de carcaça. Foram utilizados 24 ovinos da raça Pantaneira, machos inteiros, com peso médio inicial de $21 \pm 3,9$ kg e 152 dias de idade. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso com 3 tratamentos e oito blocos (em função do peso vivo). Os tratamentos avaliados foram: ILS - adição de ionóforo comercial lasalocida sódica 0,150 g/kg da dieta (Taurotec, Zoetis, Campinas-SP, contendo 15% de lasalocida); OC0.5 – fornecimento de 0,5 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba; OC1 – fornecimento de 1.0 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba. A relação volumoso:concentrado utilizada foi de 20:80. Os dados obtidos foram avaliados utilizando o proc Mixed do SAS. A inclusão de 1,0 ml de oleorresina da copaíba na dieta reduziu o consumo de matéria seca e nutrientes, porém não afetou a digestibilidade e o desempenho de cordeiros confinados. As dietas contendo oleorresina mantiveram o pH estável e reduziram a produção de N-NH₃ e ácidos graxos voláteis no rúmen. Não houve efeito do fornecimento do aditivo nos parâmetros sanguíneos, urinários, acabamento e rendimento das carcaças. O uso de 0,5 e 1,0 mL de oleorresina da copaíba como aditivo natural alternativo pode substituir a lasalocida sódica na dieta de cordeiros confinados.

Palavras-chaves: β -cariofileno, ionóforos, terpenos, óleos funcionais.

1. Introdução

Na nutrição de ruminantes os ionóforos têm sido utilizados com o intuito de melhorar a eficiência alimentar. No entanto, o uso desse aditivo a longo prazo pode desenvolver microrganismos resistentes a antibióticos (Bell et al., 2015) e ainda, deixar resíduos no leite e na carne. A descoberta de inúmeras substâncias de origem natural com propriedades terapêuticas representa uma alternativa interessante para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos produtos oriundos da exploração de ruminantes (carne e leite) (Karaskova et al., 2015).

Diversas pesquisas procuram manipular e melhorar a eficiência da fermentação ruminal visando o aumento da produção de propionato e redução da metanogênese, proteólise e desaminação das proteínas dos alimentos no rúmen. Os óleos funcionais possuem potencial para agir seletivamente sobre a população de microrganismos, mudando a produção e a proporção dos produtos provenientes da fermentação dos nutrientes da dieta (Lemos, 2013).

A oleoresina da copaíba vem sendo estudada como uma alternativa, pois consiste em um produto natural com potencial de manipular a fermentação ruminal (Souza, 2013). A inclusão de oleoresina da copaíba em dietas de baixo concentrado melhorou o desempenho de cordeiros, tendo aumentado a eficiência alimentar e o ganho médio diário, reduzindo assim, o tempo gasto em confinamento (Moura et al., 2017).

Pesquisas sugerem que dietas com alto teor de concentrado podem potencializar a ação dos óleos essenciais (Calsamiglia et al., 2007). Os estudos *in vivo* utilizando a oleoresina da copaíba foram realizados com animais à pasto (Lima et al., 2018) ou em situações onde a dieta continha maior proporção de volumoso (53 %; Moura et al., 2017). Por conta disso, o propósito desse estudo foi avaliar o fornecimento de oleoresina da copaíba (*Copaifera reticulata*) em substituição a lasalocida sódica em dietas de alto concentrado para cordeiros em terminação, quanto à fermentação ruminal, digestibilidade, parâmetros metabólicos ingestão e eficiência alimentar, comportamento ingestivo, desempenho e características de carcaça.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado nas dependências do setor de ovinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - FCA/UGD, localizada no município de Dourados – MS, com latitude de 22°14'S, longitude de 54°49'W e altitude de 450 m. O clima da região, é do tipo Cwa (mesotérmico úmido), com verão chuvoso e inverno seco (KÖEPPEN, 1948). A temperatura média do período experimental foi de 27,09 °C. A execução deste estudo foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Grande Dourados (CEUA/UGD protocolo nº 32/2020).

2.1 Animais, tratamentos e manejo

Foram utilizados 24 ovinos da raça Pantaneira, machos inteiros, com peso médio inicial de $21 \pm 3,9$ kg e idade média de 152 dias. Os cordeiros foram confinados em baias individuais (2 m²), com cama de palha de arroz e recebendo água *ad libitum*. O período experimental consistiu em 56 dias, sendo 14 dias de adaptação às instalações, ambiente e dieta, acrescido de 3 períodos de coletas de 14 dias cada.

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente ao acaso contendo 3 tratamentos e oito blocos (de acordo com o peso vivo). Os tratamentos foram baseados na inclusão de oleorresina da copaíba nas dietas, sendo eles: ILS- adição de ionóforo a base de lasalocida sódica 0,150g/kg da dieta (Taurotec-Zoetis, Campinas-SP, contendo 15% de lasalocida sódica); OC0,5 fornecimentos de 0,5 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba; OC1 – fornecimento de 1,0 mL/animal/dia de oleorresina da copaíba. As doses foram definidas conforme o estudo de Moura et al. (2017), com alteração na forma de fornecimento, as quais foram fornecidas via oral com auxílio de uma seringa graduada, às 7 horas da manhã, e assim independentemente do consumo do animal garantiu-se o consumo diário de oleorresina e minimizou-se possíveis perdas de compostos voláteis.

A oleorresina utilizada foi cedida do banco de óleos do Laboratório de Biotecnologia Vegetal/UFOPA, sendo da espécie *Copaifera reticulata* coletado no Km 117 da Floresta Nacional do Tapajós, no período chuvoso (Tabela 1). A análise da oleorresina foi realizada em Cromatógrafo Gasoso Acoplado a Espectrômetro de Massas (CG/EM), em um sistema Agilent Technologies AutoSystem XL GC-MS operando no

modo EI a 70 eV equipado com um injetor split/splitless (250 °C). A temperatura da linha de transparência era de 280 °C. Utilizou-se o gás hélio como transportador (1,5 mL/min) e as colunas capilares utilizadas foram HP 5MS (30m x 0,25 mm, espessura de película 0,25 mm) e HP Innowax (30m x 0,32mm i.d, espessura de película 0,50 mm). O volume injetado foi de 1 µL da oleorresina. A identificação dos constituintes da oleorresina de *Copaifera reticulata* foi realizada com base no índice de retenção (IR), determinado com referência das séries homólogas de n-alcenos, C7-C30, em condições experimentais idênticas, por comparação dos Espectros de Massa (EM) com a literatura (Adams, 1995) e pela correspondência dos espectros de massas com a biblioteca NIST/EPA/NHI. As quantidades relativas dos componentes individuais foram calculadas com base na área do pico CG (Tabela 1).

Tabela 1. Índices analíticos e componentes químicos da fração volátil de oleorresina da *copaifera reticulata* (OC) coletada no período chuvoso na FLONA do Tapajós

Oleorresina da Copaíba	
Índices analíticos	
Acidez (mg g ⁻¹)	86,10 ± 2,02
Saponificação (mg g ⁻¹)	99,15 ± 0,89
Refração	1,50 ± 0,02
Densidade (g ml ⁻¹)	0,98 ± 0,003
Viscosidade (Pa-s)	0,28 ± 0,01
Componentes químicos voláteis (%)	
β-Caryophyllene (C ₁₅ H ₂₄)	22,32
α-Bergamotene (C ₁₅ H ₂₄)	20,83
γ-Macrocarpene	15,14
β-Selinene (C ₁₅ H ₂₄)	13,06
α-Selinene	6,40
α-Humulene	3,95
β-Elemene	3,04
Caryophyllene oxide (C ₁₅ H ₂₄ O)	2,28
β-Sesquiphellandrene	1,97
α-Bisabolene	1,92
Amorpha-4,7(11)-diene	1,31
Junenol	1,21
β-Farnesene	1,14
Pogostol	1,14
δ-Cadinene (C ₁₅ H ₂₄)	1,08
α-Aromadendrene (C ₁₅ H ₂₄)	0,31
γ-Curcumene	0,29
α-Copaene (C ₁₅ H ₂₄)	0,29
β-Curcumene	0,25
Caryophyllene<14-hydroxy-9-epi-(E)->	0,24

γ -Bisabolene	0,13
α -Bisabolol	0,09
δ -Elemene	0,05
β -Copaene	0,04
Copaborneol	0,04
α -Muurolol (C ₁₅ H ₂₆ O)	0,03
α -Cedrene (C ₁₅ H ₂₄)	0,02

As dietas foram formuladas para ganho de peso de 300 g/dia, seguindo as exigências nutricionais estimadas pelo NRC (2007). As dietas continham uma relação volumoso:concentrado de 20:80, e eram compostas por feno de aveia (20%), milho moído (63,2%), farelo de soja (15,2%) e mistura mineral (1,2%; Níveis de garantia por kg do produto: 100 g de Na, 70 g de P, 100 g de Ca, 7000 mg de Mg, 12 g de S, 4000 g de Zn, 360 mg de Cu, 60 mg de Co, 60 mg de I, 15 mg de Se e 800 mg de F). A composição das dietas foi 87,58% de matéria seca (MS), 19,59% de proteína bruta (PB), 5,24% de extrato etéreo (EE), 5,05% de matéria mineral (MM), 26,33% de fibra em detergente neutro (FDN), 9,14 de fibra em detergente ácido (FDA) e 70,12% de carboidratos totais (CT).

As dietas eram ofertadas duas vezes ao dia, às 7 e 11 horas. Os alimentos foram fornecidos na forma de ração completa, sendo concentrado e volumoso pesados e ajustados de acordo com o consumo do animal para garantir 5% de sobras diárias.

2.2 Consumo e digestibilidade

As sobras foram recolhidas e pesadas diariamente (antes do primeiro fornecimento de alimento) para estimativa da ingestão de nutrientes (Ofertado - Sobras), eficiência alimentar (Ganho médio diário/Consumo de ração). Em seguida as sobras foram homogeneizadas, e uma subamostra retirada. As subamostras foram congeladas e ao final do período de coleta foi formado uma amostra composta por período, por animal e por tratamento.

Para a avaliação da digestibilidade total dos nutrientes, foram coletadas as fezes totais de 12 cordeiros, com o uso de bolsas coletoras individuais (Schneider e Flatt, 1975), sendo selecionados 4 blocos aleatoriamente. A coleta foi realizada nos dias 9, 10 e 11 de cada período. Após a coleta, as fezes foram pesadas e uma subamostra de 30% foi retirada e acondicionada em sacos plásticos individuais, identificadas por animal e congeladas para posterior análise química.

Os alimentos, sobras e fezes foram analisados quanto ao teor de matéria seca (MS, ID 934.01), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO; 100 – Matéria mineral), proteína bruta (PB, ID 920.152; nitrogênio total x 6,25), extrato etéreo (EE, ID 920.39) conforme as metodologias propostas pela AOAC (2005). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado com o uso de α -amilase estável ao calor (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO), enquanto a fibra em detergente ácido (FDA) foi obtida de acordo com o método proposto por Van Soest et al. (1991).

2.3 Desempenho e comportamento alimentar

O desempenho dos cordeiros foi determinado através da pesagem dos cordeiros ao final de cada período de coleta, após jejum de sólidos de 15 horas. O comportamento ingestivo dos cordeiros foi realizado através de observação individual durante 24 horas, em intervalos de 5 minutos, a fim de determinar o tempo despendido em alimentação, mastigação, ruminação, ócio e ingestão de água. Os cordeiros foram observados iniciando sempre às 07 horas do 13º dia e encerrando às 07 horas do 14º dia de cada período experimental.

No mesmo período, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas por bolo (MMnb) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo (MMtb) -com auxílio de um cronômetro digital- em quatro períodos diferentes do dia (10:00 às 12:00; 16:00 às 18:00 horas; 22:00 às 00:00 horas; e 04:00 às 06:00 horas). Em cada período foram observados três bolos ruminados por animal, totalizando 12 bolos/animal/dia. Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se a divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo (Cirne et al., 2014).

2.4 Parâmetros metabólicos

Foram coletadas amostras de sangue no último dia de cada período, quatro horas após a primeira alimentação por punção da veia jugular em tubos vacutainer, para determinação do nitrogênio ureico (N-ureico), glicose, aspartato aminotransferase (AST) e alanina-aminotransferase (ALP) no plasma sanguíneo. As amostras foram centrifugadas a 3000 xg durante 20 minutos à temperatura de 4°C para a obtenção do plasma, o qual foi armazenado em tubos do tipo “ependorf” a -20°C. Posteriormente, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente análise de acordo com os métodos descritos por Campos et al. (2004), em analisador semiautomático e kits comerciais da Bioclin®.

A coleta de urina foi realizada imediatamente após o abate dos cordeiros, sendo retirada diretamente da bexiga. Uma alíquota de 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N, destinada à determinação da concentração de creatinina, ureia e alantoína urinária segundo a padronização de Chen et al. (1995).

Para a obtenção do pH e das concentrações dos AGCC e do N-NH₃ no líquido ruminal, foi coletada uma amostra do conteúdo ruminal imediatamente após o abate dos cordeiros. A leitura de pH foi realizada imediatamente após a coleta, com auxílio de um phmetro digital. Duas subamostras do conteúdo ruminal foram filtradas em gaze, armazenadas e congeladas; a primeira alíquota (10 mL) foi utilizada para as análises de AGCC; a segunda alíquota (50 mL) foi acidificada com uma solução de ácido clorídrico, a 50%, para posterior estimativa do N-NH₃.

A concentração de N-NH₃ foi determinada pelo método de Kjeldahl, como proposto por Detmann et al. (2009). Para a obtenção dos AGCC, foi realizada análise em um sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) da Shimadzu, modelo Prominence, equipado com detector ultra violeta modelo SPD-20 programado para operar no comprimento de onda de 210 nm. Foi utilizado uma coluna Aminex HPX-87H com dimensões de 300 x 7,8mm e diâmetro de partícula de 9µm, a 30 °C. A fase móvel foi composta por H₂SO₄ 5 mM em modo isocrático durante 37 minutos.

2.5 Abate e medidas da carcaça

Os cordeiros foram abatidos ao final de 56 dias de confinamento, obedecendo às normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal e Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (BRASIL, 2000) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assim, no momento do abate os animais foram insensibilizados por eletronarcose, seguindo-se a sangria com secção das artérias carótidas e veias jugulares. No abate foram obtidos os pesos de carcaça quente, e o rendimento de carcaça foi obtido pela relação entre o peso de carcaça quente (PCQ) e o peso pré-abate (PPA). Em seguida, as carcaças foram resfriadas a 4°C por 24 horas. Após o resfriamento, as carcaças foram pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF), calculando-se o rendimento de carcaça fria (RCF) pela relação entre PCF e o PPA.

Foram avaliadas a conformação e o acabamento das carcaças, segundo metodologia de Selaive-Villaruel e Osório (2014), executada por dois especialistas. Os índices utilizados foram um (1) a cinco (5), com variação de 0,5, onde 1 – Muito pobre; 1,5 – Pobre; 2 – Aceitável; 2,5 – Média; 3 – Boa; 3,5 – Muito boa; 4 – Superior; 4,5 – Muito superior e 5 – Excelente.

2.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias considerando diferença significativa 5% de probabilidade, utilizando procedimento MIXED do SAS (Statistical Analysis System, Windows 9.1.3, SAS Institute Inc., Cary, USA). Os dados foram avaliados de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Onde: Y_{ij} valor observado para variável em estudo, μ média de todas as unidades experimentais, T_i efeito do tratamento (CON, CO0.5 ou CO1), B_j efeito do bloco (1-8), e_{ij} erro residual.

3. Resultados

A inclusão de 1,0 mL de oleorresina da copaíba reduziu 12,21% a ingestão de matéria seca em relação ao uso de lasalocida sódica, conseqüentemente, reduziu a ingestão de matéria orgânica (12,20%), proteína bruta (12,68%), fibra em detergente neutro (18,91%) e carboidratos totais (12,39%). No entanto, a inclusão de 0,5 mL de oleorresina da copaíba não alterou a ingestão de matéria seca e nutrientes quando comparada ao uso de lasalocida sódica. A inclusão de 0,5 ou 1,0 mL de oleorresina não afetou a digestibilidade dos nutrientes quando comparado ao uso de lasalocida sódica (Tabela 2).

Tabela 2. Ingestão de alimentos e coeficientes de digestibilidade de dietas para cordeiros contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC 0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)

Variáveis	Tratamentos			EPM	<i>P-value</i>
	ILS	OC 0,5	OC1		
Ingestão (g/dia)					
Matéria seca	830,18 ^a	807,69 ^a	728,79 ^b	41,548	0,02
Matéria orgânica	793,08 ^a	771,32 ^a	696,96 ^b	39,448	0,02
Proteína bruta	172,33 ^a	166,54 ^a	150,47 ^b	8,740	0,01
Extrato etéreo	17,19	16,63	15,02	1,28	0,38
Fibra em detergente neutro	192,06 ^a	175,22 ^{ab}	155,75 ^b	10,840	0,03
Fibra em detergente ácido	65,01	68,41	65,76	4,067	0,75
Carboidratos Totais	603,98 ^a	602,10 ^a	529,14 ^b	32,320	<0,01
Digestibilidade (%)					
Matéria seca	79,13	82,30	86,39	2,725	0,22
Matéria orgânica	79,78	82,78	86,73	2,653	0,23
Proteína bruta	83,36	84,72	87,72	2,226	0,40
Extrato etéreo	81,18	85,067	86,410	3,129	0,43
Fibra em detergente neutro	59,07	65,90	62,73	6,032	0,73
Fibra em detergente ácido	40,08	66,76	68,18	8,323	0,07
Nutrientes digestíveis totais	75,84	79,23	83,12	2,371	0,15

^{a-b} Médias com diferentes sobrescritos dentro de uma linha diferem significativamente no teste de Tukey.

A dieta de ovinos em confinamento contendo oleorresina da copaíba, resultou em alteração do comportamento ingestivo quanto ao número de mastigações por minuto e eficiência de ruminação da FDN (g FDN/h). O uso de 0,5 e 1,0 mL de oleorresina da copaíba aumentou o número de mastigações por minuto quando comparado ao uso do ILS. Entretanto, a eficiência de ruminação da FDN (gFDN/h) foi maior para a dieta com adição de lasalocida sódica em comparação à dieta com inclusão de 1,0 mL da oleorresina (Tabela 3).

Tabela 3. Comportamento ingestivo e atividade merícica de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)

Variáveis	Tratamentos			EPM	P-value
	ILS	OC0,5	OC1		
Ingestão de alimento (min/dia)	155,00	208,96	185,00	16,991	0,10
Ruminação (min/dia)	371,67	386,46	387,08	16,625	0,72
Mastigação (min/dia)	526,67	595,42	572,08	24,373	0,14
Ingestão de água (min/dia)	8,75	7,08	6,88	1,809	0,73
Ócio (min/dia)	904,17	836,25	860,21	25,166	0,17
Eficiência de consumo (g MS/h)	369,49	269,89	257,65	41,879	0,15
Eficiência de ruminação (g MS/h)	136,87	124,11	115,92	7,753	0,17
Eficiência de ruminação (g FDN/h)	32,17 ^a	28,23 ^{ab}	24,6 ^b	1,980	< 0,01
Tempo/bolo alimentar (s)	47,20	46,61	44,46	2,062	0,62
Número de mastigação /bolo	80,08	87,05	82,75	3,653	0,39
Número de mastigação/min	102,27 ^b	112,24 ^a	111,67 ^a	1,636	< 0,01
Número de bolos /dia	485,28	504,64	539,21	36,552	0,58
Número de mastigação/dia	38399	43433	43274	2182,64	0,42

^{a-b} Médias com diferentes sobrescritos dentro de uma linha diferem significativamente no teste de Tukey.

Na Tabela 4 estão dispostos os dados referentes aos parâmetros ruminiais, sanguíneos e urinários. Os tratamentos contendo 0,5 e 1,0 mL de oleorresina da copaíba mantiveram o pH ruminal em 5,6% e 6,71% superior ao tratamento com lasalocida sódica, respectivamente. A dieta contendo ionóforo comercial resultou em menor pH devido à maior produção de ácidos graxos voláteis totais. A inclusão de oleorresina nas dietas reduziu a produção de ácidos graxos voláteis e N-NH₃, em comparação à dieta com lasalocida sódica.

Para os parâmetros sanguíneos não houve influência da oleorresina nos tratamentos, exceto para concentração de AST que reduziu para o tratamento de 1,0 mL de oleorresina da copaíba. Os tratamentos também não afetaram a excreção de alantoína e uréia na urina.

Tabela 4. Parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (LAS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5) ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)

	Tratamentos			EPM	<i>P-value</i>
	ILS	OC0,5	OC1		
Ruminal (%)					
pH	6,41 ^b	6,77 ^a	6,84 ^a	0,123	0,02
Acetato	63,45	69,71	62,50	5,356	0,48
Propionato	19,82	23,14	28,71	4,203	0,29
Butirato	5,01	6,91	3,73	1,439	0,14
AGVs totais	96,13 ^a	50,97 ^b	61,81 ^b	10,949	0,01
Acetato:propionato	3,68	3,40	2,63	0,729	0,51
N-NH ₃	1,94 ^a	0,96 ^b	1,13 ^b	0,329	0,04
Sanguíneo (mg/dL)					
Glicose	59,25	71,88	76,29	5,135	0,06
Colesterol total	72,62	65,88	49,25	7,255	0,09
N-ureico	55,75	50,88	50,71	5,405	0,73
ALT	18,88	18,75	16,25	2,393	0,69
AST	115,88 ^{ab}	116,63 ^a	80,75 ^b	10,219	0,03
Urínario (mg/dia)					
Ureia	3292,43	3648,66	3853,97	648,370	0,73
Alantoína	1421,10	845,95	1237,40	733,630	0,77

^{a-b} Médias com diferentes sobrescritos dentro de uma linha diferem significativamente no teste de Tukey.

Apesar de haver redução no consumo dos nutrientes nas dietas contendo a oleorresina da copaíba, o aditivo não afetou o desempenho dos cordeiros, sendo similar ao tratamento com ionóforo (Tabela 5). Para as variáveis peso e rendimento da carcaça, não foram observadas diferenças entre os tratamentos estudados. No entanto, para medida de conformação, o tratamento com adição de lasalocida sódica foi superior aos tratamentos com a inclusão de oleorresina da copaíba (0,5 ou 1,0 mL). Porém, este resultado não teve influência no acabamento e rendimento das carcaças.

Tabela 5. Desempenho e características de carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo adição de ionóforo comercial (ILS, 0,150 g/kg da dieta de lasalocida sódica), 0,5 mL de oleorresina da copaíba (OC0,5), ou 1,0 mL de oleorresina da copaíba (OC1)

Variáveis	Tratamentos			EPM	<i>P</i> -value
	ILS	OC0,5	OC1		
Peso final (kg)	27,79	26,38	27,50	1,787	0,40
Ganho médio diário (g)	0,23	0,22	0,22	0,017	0,91
Eficiência alimentar	0,30	0,27	0,32	0,021	0,26
Peso pré abate (kg)	30,61	29,97	30,22	1,816	0,84
Peso da carcaça vazia (kg)	26,79	26,05	25,69	1,563	0,48
Peso da carcaça quente (kg)	15,15	14,29	14,43	0,978	0,15
Rendimento de carcaça quente (%)	49,48	47,03	47,73	1,021	0,13
Peso da carcaça fria (kg)	14,62	13,79	13,83	0,955	0,15
Rendimento da carcaça fria (%)	47,73	45,38	45,74	0,999	0,10
Conformação (1-5)	2,25 ^a	1,88 ^b	1,75 ^b	0,173	0,02
Acabamento (1-5)	3,06	2,48	2,75	0,250	0,12

^{a-b} Médias com diferentes sobrescritos dentro de uma linha diferem significativamente no teste de Tukey.

4. Discussão

A redução na ingestão de MS e nutrientes, sem alteração na digestibilidade, pode estar relacionada a regulação fisiológica do consumo, devido ao maior aporte de aminoácidos dietéticos que chegou no intestino delgado. Os resultados sugerem que o uso de oleorresina da copaíba inibiu a fermentação e a desaminação da proteína no rúmen, devido à queda na concentração de AGV (46,98%) e N-NH₃ (50,52%), quando comparado ao ionóforo. De acordo com França (2014), os compostos bioativos (terpenos) agem sobre bactérias proteolíticas, que são responsáveis pela quebra de proteínas e liberação de nitrogênio (N).

Os terpenos presentes na oleorresina podem interagir com proteínas dos alimentos de modo a formar complexos, impedindo a degradação por bactérias ruminais (Castillejos et al., 2005). Devido ao caráter lipofílico, os terpenos também interagem com

biomembranas e proteínas da membrana (Wink, 2015), e assim inibem bactérias hiper produtoras de amônia envolvidas na desaminação de aminoácidos (Hart et al., 2008). Foi relatado que a oleorresina da copaíba possui potente atividade antimicrobiana contra várias espécies de bactérias Gram-positivas, causando ruptura da parede celular e liberação de componentes citoplasmáticos (Tobouti et al., 2017).

Em contraste ao encontrado neste trabalho, as observações de Lima et al. (2018) demonstraram que a suplementação de oleorresina da copaíba em bovinos a pasto aumentou a ingestão da matéria seca e a digestibilidade da dieta, sem alterar as concentrações de nitrogênio amoniacal. Assim também, Moura et al. (2017) relataram que dietas (53% forragem) contendo oleorresina da copaíba não teve efeito na ingestão de nutrientes em cordeiros White-Dorper confinados. No entanto, os mesmos autores observaram melhora na eficiência alimentar e o desempenho de cordeiros confinados, quando comparado ao uso de ionóforo (Monensina sódica).

Calsamiglia et al. (2007) explicam que dietas com alto teor de concentrado tendem potencializar a ação dos óleos essenciais. Além disso, modificações no consumo podem provocar alterações no comportamento ingestivo do animal. No presente estudo, a maior eficiência de ruminação de FDN para cordeiros recebendo ionóforo (lasalocida sódica) ocorreu em função do maior consumo de FDN. Moura et al., (2017) relataram que o uso de oleorresina da copaíba aumentou o tempo das atividades de alimentação de cordeiros, mas não alterou as eficiências de alimentação da matéria seca, fibra em detergente neutro com o uso de 0,5 g/kg de MS.

Dietas com alto teor de fibra promovem o aumento do pH, por estimularem a ruminação e, conseqüentemente, a salivação, diluindo e tamponando o conteúdo ruminal (Oliveira, et al., 2016), enquanto dietas com alto teor de concentrado tendem a apresentar menor estímulo à mastigação, conseqüentemente tornando o meio mais ácido, resultando em menor pH ruminal (Calsamiglia et al. 2007). O uso de oleorresina em dietas de alto teor de concentrado (80%) manteve o pH do rúmen estável (6,8). A manutenção do pH mais alto pode ser decorrente da inibição na fermentação microbiana ruminal, verificada pela baixa concentração de AGVs. Castillejos et al., (2005) relata que o aumento de pH está associado a uma redução significativa no total de AGV produzido, o que pode ser

resultado da menor fermentação do substrato devido ao efeito antimicrobiano dos compostos ativos (Fraser et al., 2007).

Em consequência da redução da fermentação, houve diminuição de metabólitos absorvidos no rúmen. A enzima AST foi reduzida na dieta contendo 1,0 mL de oleorresina da copaíba. Este resultado pode ter sido ocasionado devido a inibição da desaminação de proteína, em consequência da menor concentração de N-NH₃. Tal resultado torna evidente que o uso da oleorresina pode ter efeitos benéficos ao metabolismo do fígado, uma vez que a enzima AST participa do ciclo da ureia (Kaneko et al., 2008). Assim, quanto menor a concentração de N-NH, menor será a necessidade da atividade dessa enzima no ciclo da ureia.

O termo fermentação ruminal é utilizado para definir a degradação anaeróbia da glicose ou outros substratos orgânicos no rúmen, para obtenção de energia (ATP) (Lehninger et al., 2002). É possível que o uso de oleorresina da copaíba reduziu a fermentação em decorrência da inibição na degradação do amido no rúmen, disponibilizando uma maior quantidade de amido para ser digerido no intestino e absorvido na forma de glicose. Castillejos et al. (2005) explica que além da redução da degradação de proteínas, os óleos essenciais reduzem a degradação do amido no rúmen. Além disso, é importante destacar que os compostos bioativos afetam principalmente as bactérias do rúmen que colonizam substratos ricos em amido (Hart et al., 2008).

No presente estudo, apesar da redução na fermentação ruminal o desempenho dos cordeiros não foi afetado. Isto se deve à maior eficiência energética em decorrência da maior taxa de digestão pós-ruminal do amido em função do uso de oleorresina da copaíba. Nesse sentido, é válido destacar que a eficiência de utilização da energia digestível é 42% superior quando se tem a digestão do amido no intestino delgado em comparação à digestão do amido no rúmen, uma vez que no intestino delgado não há perdas energéticas para produção de metano e calor (Harmon e McLeod, 2001). Para Harrelson et al. (2009), ter maior digestibilidade pós-ruminal, caracterizaria maior eficiência alimentar, sendo que, haveria a utilização direta de glicose pela absorção no intestino.

Quanto à maior conformação de carcaça encontradas para os cordeiros alimentados com a inclusão do ionóforo à base de lasalocida sódica, sugere-se que a

digestão do amido pós-ruminal em excesso pode ter efeitos negativos. Isso porque a glicose pós-ruminal pode contribuir para a deposição de tecido adiposo em torno do intestino (Armstrong et al., 1968), fato este que pode ter ocorrido nos cordeiros alimentados com a inclusão de oleorresina da copaíba.

5. Conclusão

O fornecimento de oleorresina da copaíba na quantidade de 0,5 mL/cordeiro/dia como aditivo alternativo já é suficiente para substituir o uso da lasalocida sódica em dietas de alto concentrado para a terminação de cordeiros. O uso de oleoresina da copaíba provoca alterações nos parâmetros fermentativos sem alterar o ganho de peso e as características de carcaça.

6. Referências

- Adams, R.P. 1995. **Identification of essential oil componentes by gas chromatography/ mass spectroscopy**. Carol Stream, Illinois: Allured Publishing Corporation.
- Armstrong, D. G.; Blaxter, K. L.; Graham, N. M. Fat synthesis from glucose by sheep. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 19, p.121-131, 1968.
- Association of Official Analytical Chemists. AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 18 ed. 2005.
- Bell, N.; Wickersham, T.; Sharma, V.; Callaway, T. 2015. Ionophores: a tool for improving ruminant production and reducing environmental impact. In: Malik, P.K., Bhatta, R., Takahashi, J., Kohn, R.A., Prasad, C.S. (Eds.), **Livestock Production and Climate Change**. CABI Climate Change Series, 6, pp. 263–272.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 3, 17 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. Brasil, 2000.

Calsamiglia, S.; Busquet, M.; Cardozo, P.W.; Castillejos, L.; Ferret, A. Invited Review: Essential Oils as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation. **Journal of Dairy Science**, 90:2580–2595.2007.

Campos, F.P.; Nussio, C.M.B.; Nussio, L.G. **Métodos de Análises de Alimentos**. Piracicaba: FEALQ,. 2004.135p.

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

Chen, X.B.; Mejia, A.T.; Kyle, D.J.; Orskov, E.R. Evaluation of the use of purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. **Journal Agriculture Science**, v.125, n.1, p.137-143, 1995.

Cirne, L.G.A.; Sobrinho, A.G.S.; Santana, V.T.; Silva, F.U.; Lima, N.L.L.; Oliveira, E.A.; Carvalho, G.G.P.; Zeola, N.M.B.L.; Takahashi, R. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo feno de amoreira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 1051-1060, mar./abr.2014.

Detmann, E.; Paulino, M.F.; Mantovani H.C.; Filho, S.C.V.; Sampaio, C.B.; Souza, M.A.; Lazzarini, Í.; Detmann, K.S.C. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using Michaelis-Menten kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146,2009.

França, E.P. **Extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal**. Monografia (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2014.

Fraser, G. R.; Chaves, A. V.; Wang, Y., McAllister, T. A.; Beauchemin, K. A.; Benchaar, C. Assessment of the Effects of Cinnamon Leaf Oil on Rumen Microbial Fermentation Using Two Continuous Culture Systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign,v. 90, n. 5, 2007.

Harmon, D.L.; McLeod, K.R. Glucose uptake and regulation by intestinal tissues: implications and whole-body energetics. **Journal of Animal Science**, 79 (E-Suppl.) (2001), pp. E59-E72.

Harrelson, F. W.; Luebbe, M.K.; Meyer, N.F.; Erickson, G.E.; Klopfenstein, T.J.; Jackson, D.S.; Fithian, W.A. Influence of corn hybrid and processing method on nutrient digestibility, finishing performance, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 7, p. 2323-2332, July 2009.

Hart, K.J.; Yanez-Ruiz, D.R.; Duval, S.M.; McEwan, N.R.; Newbold, C.J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 147, n. 1/3, p. 8-35, 2008.

Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6. ed. © Academic Press 2008.

Karaskova, K., Suchy, P., Strakova, E., 2015. Current use of phytogenic feed additives in animal nutrition: a review. **Journal of Animal Science**. 60, 521-530.

Köeppen, W. *Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

Lemos, B.J.M. **Fermentação Ruminal In Vitro com Adição de Extratos de Plantas do Cerrado**. Goiânia, GO, 2013 47f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, 2013.

Lehninger, L. A.; Nelson, D. L.; Cox, M. M. **Princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 1009 p.

Lima, F.E.O.; Goes, R.H.T.B.; Gandra, J.R.; Penha, D.S.; Oliveira, R.T.; Gressler, M.G.M.; Silva, T.I.S.; Silva, N.G. Inclusion of copaiba oil (*Copaifera sp.*) as additive in supplements for cattle on pasture. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, vol.19 no.2 Salvador Apr./June 2018.

Moura, L.V.; Oliveira, E.R.; Fernandes, A.R.M.; Gabriela, A.M.A.; Silva, L.H.X.; Takiya, C.S.; Cônsolo, N.R.B.; Rodrigues, G.C.G.; Lemos, T.; Gandra, J.R. Feed efficiency and carcass traits of feedlot lambs supplemented either monensin or increasing

doses of copaiba (*Copaifera spp.*) essential oil. **Animal Feed Science and Technology** 232 (2017) 110–118.

National Research Council – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. 7.ed. Washington: National Academic Press, 408 p. 2007.

Oliveira, V.S.; Neto, J.A.S.; Valença, R.L.; Silva, B.C.D.; Santos, A.C.P. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v.22, n. 2, p.1-18, jul./dez. 2016.

Sas Institute. SAS systems for Windows PC: versão 9.1.3. Cary, 2004.

Schneider, B. H.; Flatt, W. P. **The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments**. Athens: The University of Georgia Press, 423p. 1975.

Selaive-Villaruel, A. B.; Osório, J. C. S. **Produção de ovinos no Brasil**. Editora ROCA LTDA: São Paulo. 1ª edição. 656p. 2014.

Souza, F.M. **Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal in vitro com dietas de alta inclusão de concentrado**. Goiânia, GO, 2013 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, 2013.

Tobouti, P.L.; Martins, T.C.A.; Pereira, T.J.; Mussi, M.C.M. Antimicrobial activity of copaiba oil: A review and a call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 94, October 2017, p. 93-99.

Trindade, R.; Da Silva, J.K.; Setzer, W.N. *Copaifera* of the Neotropics: A Review of the Phytochemistry and Pharmacology. **International Journal of Molecular Sciences**, 19, 1511, 2018.

Van Soest, P. J.; Robertson, J. D.; Lewis, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n. 10, p. 3583- 3597, 1991.

Wink, M. 2015. Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. **Medicines** 2, 251–286.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, os compostos secundários das plantas são potencialmente úteis para manipular a fermentação ruminal. Devido seu efeito nos microorganismos ruminais, a oleorresina da copaíba pode ser utilizada como aditivo para manipular a fermentação no rúmen e ser um provável substituto da lasalocida sódica. Porém, mais pesquisas são necessárias para elucidar e esclarecer os efeitos desses produtos sobre os microorganismos ruminais.

A oleorresina da copaíba se destaca por aliar as propriedades biológicas, e o fato de ser um produto natural e sem agressão a natureza para a sua extração, devido seu manejo ser amparado por projetos de capacitação comunitária, voltada ao manejo sustentável. Portanto, seu uso torna-se viável, devido a distribuição das espécies nativas por várias regiões brasileiras, e por sua produção anual para comercialização. No entanto, as formas de aplicação do óleo na nutrição animal necessitam ser aprimoradas, pois os resultados encontrados neste estudo podem estar relacionados com o modo de fornecimento da oleorresina (via oral), ocasionando a permanência dos compostos voláteis, ou seja, minimizando possíveis perdas caso fosse adicionado junto a ração. Sugere-se novas pesquisas a fim de tornar a utilização da oleorresina mais prática para os produtores. Além disso, é importante realizar trabalhos com o óleo de mais de uma espécie de Copaíba, pois a falta de padronização pode ser um problema para o uso frequente.