



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

NATALIA INGRID SOUTO DA SILVA

**ADITIVO A BASE DE EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA *Mimosa tenuiflora* EM
DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS.**

MOSSORÓ
2026

NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA

**ADITIVO A BASE DE EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA *Mimosa tenuiflora* EM
DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ciência Animal da Universidade Federal Rural
do Semiárido como requisito para obtenção do
título de Doutora em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção animal

Orientador: Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima
Júnior

MOSSORÓ

2026

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586a Silva, Natalia Ingrid Souto da.
ADITIVO A BASE DE EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA
Mimosa tenuiflora EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO
PARA OVINOS. / Natalia Ingrid Souto da Silva.
2026.
225 f.: il.

Orientador: Dorgival Moraes de Lima Júnior.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do
Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência
Animal, 2026.

1. Aditivos zootécnicos. 2. Cordeiros em
confinamento. 3. Ionóforos. 4. *Mimosa tenuiflora*.
5. Própolis verde. I. Lima Júnior, Dorgival Moraes
de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA

**ADITIVO A BASE DE EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA *Mimosa tenuiflora* EM
DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Federal Rural do
Semiárido como requisito para obtenção do título de
Doutora em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção animal

Defendida em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra (UFCG)
Membro examinador

Profa. Dra. Stela Antas Urbano (UFRN)
Membro examinador

Prof. Dr. Vitor Visintin Silva de Almeida (UFAL)
Membro examinador

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra (UEPB)
Membro examinador

Ma. Natália Ingrid Souto da Silva (UFERSA)
Discente

*Dedico essa tese a minha amada mãe, Manaciza
Maria da Silva Souto.*

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos rendendo graças ao meu Senhor Jesus Cristo, por ter me concedido força e sustento nos momentos difíceis ao longo dessa trajetória. Sua presença constante me fazia sentir uma coragem imensa, o que me permitiu atravessar muitos desertos que, sozinha, eu não conseguiria. Até aqui, o Senhor nos ajudou.

Agradeço a minha mãe, Manaciza Maria, pelo amor, cuidado e pelas orações diárias. Todos os dias sua mensagem de bom dia estava no meu celular, aquecendo meu coração, mesmo de longe. Também agradeço ao meu pai, pela torcida e pelo incentivo para que eu continuasse no mundo dos estudos.

Agradeço ao meu esposo, Francisco Jocélio, que foi o primeiro a afirmar, sem hesitação, que eu deveria prestar a seleção de doutorado na UFERSA também. Foi ele quem esteve ao meu lado nas mudanças e deslocamentos entre Sousa e Patos, e quem, antes mesmo do resultado, disse que estaria disposto a ajudar no fosse preciso em Mossoró, caso eu fosse aprovada. E fui. E ele disse, com muita serenidade e firmeza: vá que eu seguro as pontas aqui.

Nunca esquecerei o dia em que cheguei em casa e encontrei uma mochila, um caderno de 15 matérias, um estojo com 4 canetinhas coloridas e um pequeno verso, cuja rima já não recordo, mas cujas palavras de encorajamento permanecem na minha memória, finalizado com o bordão que ele criou e repetiu tantas vezes: “minha doutoranda do sucesso”. Ele sempre articulou tudo para me ver bem, para me ver feliz. Não podia saber de alguém saindo de Pau dos Ferros para Mossoró sem aproveitar a oportunidade para enviar feira, mangaios ou ferramentas, objetos que, muitas vezes, eu sequer havia pedido, mas que ele, atento aos detalhes, já imaginava que fariam falta. Com gestos simples e silenciosos, fazia de tudo para que Mossoró se tornasse, aos poucos, um lugar agradável, onde eu pudesse me dedicar plenamente a uma das coisas que mais gosto na vida: estudar e pesquisar. Se eu pudesse dividir esse título com alguém, sem dúvida seria com você! Obrigada por tudo!

Agradeço aos meus irmãos, Bruna e Kayky, por me fazerem dar risada de coisas bobas da vida e por me manterem atualizada sobre os acontecimentos do meu riachinho de açúcar. Amo vocês!

Agradeço aos meus avós (*in memoriam*), vovó Maria, vovô Zé Branco e vovô Zuca, pela ternura que me transmitiram em vida. Foram exemplos permanentes de bondade e integridade, cujos ensinamentos permanecem vivos em mim. Agradeço a minha vizinha Zulmira, que mesmo acamada e com o Alzheimer corroendo as suas lembranças, me mostrava o quanto a vida é preciosa e o quanto devemos aproveitá-la enquanto ainda temos saúde.

Agradeço aos meus tios e tias e a todos os meus primos, que me proporcionaram momentos de alegria durante essa caminhada, por mais rápidos que fossem os nossos encontros. Vocês renovavam minha energia a cada encontro.

Agradeço as minhas amigas Evelaine, Juliana, Francisca e Janaina, que, mesmo à distância e apesar dos longos silêncios impostos pelos afazeres diários, mantiveram-se presentes em minha vida. Muitas vezes, nossas conversas eram breves e suficientes apenas para compartilhar angústias, medos e inquietações. E mesmo assim, a nossa amizade permanece firme, resistente ao tempo e às ausências.

Gratidão as minhas cunhadas e cunhados e as sobrinhas do coração e todos os agregados, pelas risadas e pelas jantinhas que enchiam o bucho e alimentavam a alma quando a gente se encontrava. Agradeço, ainda, à Tereza Duarte, por ser abrigo e por ser como uma segunda mãe para meu esposo.

Sou grata aos meus tios do coração, Wania e Otávio, por se fazerem presentes nessa etapa em minha vida, mesmo à quilômetros de distância.

Agradeço imensamente a Afrânio e Sayonara, por me receberem em sua casa no início do doutorado, momento em que ainda estava sem bolsa. Obrigada pela guarida e por todo apoio que me deram de lá até agora!

Sou muito grata também a Beatriz e a Neidinha por dividirem comigo um pedaço da vida e um teto em Mossoró. Vocês foram fundamentais nessa caminhada!

Agradeço ao Seu Severino, por todas as vezes que me tirou do prego em Mossoró. Quantas vezes pela manhã eu o aperreava, pedindo a bomba de ar para encher o pneu da magrelinha antes de ir pra UFERSA. E ele sempre muito gentil e educado, não media esforços para me ajudar. Obrigada, Severo!

Sou profundamente grata à Antônia Vilma. Ela que me acolheu tão bem naquele laboratório (LANA). Foi uma professora, uma amiga e conselheira incrível! Obrigada pelos carões, pelas dicas e pelos ensinamentos que levarei para a vida!

Outra pessoa extremamente bondosa que encontrei na UFERSA foi Luiz Odonil. Obrigada, Odonil, por ser tão paciente e prestativo. Obrigada por não medir esforços para ajudar a quem precisa!

Gratidão a todos os técnicos que me receberam tão bem e que desempenham um trabalho excepcional na UFERSA. Em especial à Antônia Vilma, Luiz Odonil, Gustavo, Bruno, Paulo, Cristiane, Tiago Teófilo e Carol.

Agradeço ao meu orientador, professor Dorgival, pela pessoa justa e íntegra que é, bem como pela postura docente que o distingue. Ao longo desses quatro anos, sua paciência,

disponibilidade e seriedade foram fundamentais para a condução desta pesquisa e para a minha formação. Um zootecnista por excelência e um professor por vocação, acompanhou esta trajetória com dedicação e responsabilidade, estimulando o meu desenvolvimento enquanto estudante e pesquisadora. Sou grata demais pelas orientações e pela oportunidade de ter aprendido e trabalhado com o senhor durante este período. Seu exemplo inspira não só pelo vasto conhecimento que possui, mas também pela forma clara e generosa com que o compartilha com todos que o procuram.

Agradeço a professora Patrícia, que foi minha primeira orientadora no doutorado. Obrigada por ter me orientado em questões burocráticas e no estágio à docência. A senhora é uma mulher na qual tenho muita admiração.

Ao meu “Co-co-orientador” Thiago Araújo, pela paciência e por toda ajuda, seja na mão de obra pesada, seja no ramo intelectual. Muito obrigada pelas contribuições valiosas!

Gratidão à professora Maiza Cordão, pelos conselhos e ensinamentos diante as dificuldades. Sempre muito sábia me dizia para ter paciência e parcimônia nas situações adversas. Ela sempre dizia: “não gaste energia com coisa besta, Natália. Deixe o mundo explodir que nem pipoca, ligue não”.

À professora Marília, pelas contribuições no meu projeto de qualificação e nas revisões de literatura.

Sou grata a professora Liz pelos conselhos, ensinamentos, pelos livros e pelo carinho de sempre!

Gratidão aos professores Platini da patologia veterinária e Flávio do curso de medicina por terem me auxiliado nas avaliações histológicas.

Agradeço à professora Michele, por sempre ceder seu laboratório e seus estagiários para nos ajudar com as análises hematológicas.

Gratidão ao professor Moacir, por abrir as portas do seu laboratório para que eu pudesse realizar as análises histológicas. Obrigada pela disponibilidade, pelos ensinamentos e pelos puxões de orelha.

Agradeço imensamente a Mirna, Raiane, Bárbara, Emerson e Mateus. Vocês foram os primeiros. Lembro-me com nitidez do dia em que os encontrei. Era por volta das 13 horas, sob aquele sol generoso de Mossoró. Eu apressava o passo tentando alcançar o grupo que seguia alguns metros à frente. Dei uma carrerinha, aproximei-me e perguntei: “vocês estão indo pro setor da ovino?” Ouvi um “siiiimmm” em forma de coro e na mesma hora senti um alívio, pois naquele momento já não estava mais perdida, tampouco sozinha. A partir daquele dia, Mossoró deixou de ser um lugar estranho. Sabia que poderia contar com eles dentro ou fora da UFERSA.

Carrego a certeza de que esse encontro não foi casual. Foi Deus mais uma vez me ajudando e colocando pessoas bondosas em meu caminho. Muito obrigada por tudo! Vocês são fantásticos! Amo cada um de vocês! Tenho certeza de que serão zootecnistas brilhantes! E lembrem-se desse ensinamento de Steve Jobs: “vocês nunca serão criticados por alguém que faz mais do que você. Apenas por alguém que faz menos ou nada”.

A todos os estagiários, “ur menino”, que passaram pelo setor. Serei eternamente grata por cada ajuda, por cada piada que contavam, que me faziam chorar de rir... Emerson, Mateus, Raiane, Mirna, Bárbara, Pedro Paulo, Aguita, Brenda, Mabel, Carolzinha, Williane, Emanuel, Ramine, Karolaine, Vinícius, Matheus Felipe, Felipe, Ilara, Iza, Elton, Emanuel, Silvio, Mário, Flávia... Enfim, sou extremamente a todos que passaram pelo NEPPER! Sem vocês eu não teria conseguido!

Agradeço a Salenilda por estar sempre atenta e disposta em ajudar. Por ser essa calma e sempre ter a solução na mão. Você é uma pessoa iluminada. Sou muito grata por tudo!

Agradeço a José Filho, por toda ajuda nesse último experimento. Pelo zelo que tinha com a minha moto. Obrigada por ser tão prestativo e atencioso e por cuidar bem de Maria Mirna.

À secretária Raquel que sempre foi muito solícita e sempre tratou a todos com muita gentileza e educação.

Aos funcionários da empresa terceirizada, registro meu agradecimento pelo apoio fundamental ao longo dessa caminhada, em especial a Adriano e Emanuel, que atuaram no setor da ovinocultura com dedicação, paciência e sempre com muita disposição em ajudar. Sou profundamente grata por todo o suporte que me deram durante os três experimentos. Agradeço, ainda, aos folguistas Marcinho e Mazinho, que passaram pelo NEPPER e contribuíram grandemente para que esse trabalho acontecesse.

Minha gratidão ao pessoal da vacaria, especialmente a Souza e Gabriel, que sempre me encorajavam nos dias difíceis e sempre separavam um pouco de leite para que pudesse levar para os borregos enfeitados. Agradeço também a Ozeias por sempre ser tão solícito e disposto a ajudar.

Agradeço a Raniere “dos peixes” pela preocupação e carinho que tinha comigo. Sempre perguntava se eu estava bem e se estava tudo certo com o experimento.

Agradeço às colaboradoras da limpeza, por tanta paciência, cuidado e gentileza no convívio diário.

Ao pessoal do HOVET, na pessoa do professor Jeferson, bem como aos residentes e estagiários, deixo meu reconhecimento pela disponibilidade e pelo empenho em ajudar sempre que precisei.

Agradeço ao professor Torres, pela preocupação com os animais e por ouvir as minhas queixas com relação às instalações do NEPPER.

Agradeço a Franciely e ao Irmão da fábrica de ração, por nos ajudarem com o abastecimento de alimento para os animais.

Agradeço a todos que ajudaram na confecção das instalações para que o experimento de desempenho acontecesse. Vocês foram incansáveis e impecáveis durante todo o processo, debaixo de sol, chuva, trovão e relâmpago, sempre dando o melhor para que tudo ficasse pronto a tempo de os animais chegarem. Meu muito obrigada!

Gratidão à estagiária do LIPOA, Cristiana, que realizou as análises microbiológicas da carne. Obrigada pelo cuidado e zelo que teve com as amostras nesta parte metodológica tão crítica.

Agradeço também aos estagiários da patologia clínica nas pessoas de Cecília, Mateus, Clara e Fernando, por estarem sempre dispostos a ajudar no experimento.

Agradeço a André e a Raquel Bento, que sempre foram tão solícitos. Meu muito obrigada por terem disponibilizado o tempo que vocês tinham para me ajudar, seja no manejo, seja na confecção do extrato. Mesmo sem receberem bolsa, nunca me negaram ajuda! Obrigada de verdade!

Gratidão ao meu primo Geraldinho que me forneceu boa parte da própolis para o meu primeiro experimento. Obrigada pela generosidade e empenho em me ajudar.

Agradeço, ainda, aos apicultores Ari Maia e Gil Pamplona que separaram parte da própolis que produziram para que eu pudesse adquirir.

Agradeço ao responsável técnico pelo abatedouro municipal de Mossoró, pela disponibilidade e liberação do espaço para que pudéssemos realizar o abate dos animais de forma segura, conforme a legislação. Estendo os meus agradecimentos ao senhor Ferrugem, por ter adquirido os animais do experimento e pela compreensão que teve em todas as etapas que ocorreram no dia do abate.

Agradeço a Natanael e a Ruan por terem me ajudado nas coletas dos tecidos para análise histológica. Gratidão a Rissonely, Alana e Euziely, por me ajudarem nas análises histológicas no laboratório do professor Moacir (LABMORFA).

Sou grata a Alyne que, desde o dia em que começou a fazer parte do grupo, sempre se mostrou disposta a ajudar, seja para fazer o manejo ou no laboratório. Sua alegria é contagiante. Muito obrigada por tudo!

Gratidão a Radan, por todas as dicas e contribuições para com este trabalho. Mesmo tão atarefado, sempre tirava um tempinho para me ouvir e, com muita paciência, esclarecia todas as minhas dúvidas.

Agradeço ao professor Marlon, pela forma como vem conduzindo a coordenação do PPGCA. As vezes pega no pé dos mocinhos, mas sei que é para ver o programa crescer cada dia mais.

Agradeço aos meus alunos, no período em que fui professora substituta, pela compreensão em tantas vezes que cheguei fedorenta, suada e atrasada na sala de aula.

Agradeço aos animais que contribuíram para com a ciência durante os 3 experimentos.

Agradeço a todos os membros da banca examinadora que dedicaram seu tempo para contribuir com este trabalho.

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – código de financiamento 001, por meio de concessão de bolsa de doutorado, fundamental para a realização desta pesquisa e para a continuidade da minha formação acadêmica.

Muito obrigada!

O próprio Senhor irá à sua frente e estará com você; ele nunca o deixará, nunca o abandonará. Não temas, nem te espantes!

Deuteronômio, 31:8

Porque na muita sabedoria há muito enfado; e o que aumenta em conhecimento, aumenta em dor.

Eclesiastes, 1:18

RESUMO: A redução do tempo de confinamento de ovinos demanda dietas altamente energéticas, frequentemente associadas ao uso de ionóforos, cuja aplicação tem sido progressivamente restringida em razão de preocupações com a resistência microbiana, o que tem incentivado pesquisas com aditivos alternativos de origem natural. Nesse contexto, buscou-se avaliar os efeitos do extrato de própolis verde (EPV) da *Mimosa tenuiflora* em comparação à salinomicina (SAL) sobre parâmetros metabólicos, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade da carne e sobre a histomorfometria do trato digestório de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado. Para isso foram conduzidos três experimentos.

Experimento 1: Avaliou-se o efeito de doses crescentes do EPV (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia de EPV) sobre o consumo, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, parâmetros ruminais, bioquímica sérica e balanço de nitrogênio em carneiros alimentados com dietas de alto concentrado (v:c 20:80). Foram utilizados 5 carneiros machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade de 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg. O experimento durou 85 dias, divididos em 5 períodos de 17 dias. As doses crescentes de EPV não influenciaram ($P > 0,05$) o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDNcp) dos carneiros, o comportamento ingestivo, o pH e o nitrogênio amoniacal ruminal, bem como a água absorvida e o nitrogênio retido. Os eosinófilos e monócitos do sangue e os valores de aspartato aminotransferase foram alterados ($P < 0,05$) pela oferta de EPV aos cordeiros.

Experimento 2: Avaliou-se os efeitos da oferta de EPV (24 mL/dia) ou de salinomicina (24 mg/kg de MS) sobre o consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e balanço hídrico de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado. Três ovinos, ½ Dorper x ½ Santa Inês, foram designados para um delineamento em quadrado latino 3×3 , repetido ao longo do tempo, totalizando seis repetições por tratamento. Os animais eram castrados, com idade de 26 meses e peso de $46,93 \pm 4,73$ kg. O experimento durou 102 dias, divididos em 6 períodos de coletas. Os consumos de MS, MO, PB, FDNcp e carboidratos não fibrosos (CNF) não diferiram ($P > 0,05$) entre os aditivos. No entanto, o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi menor ($P < 0,05$) para a dieta SAL. Da mesma forma, a dieta SAL tendeu a reduzir a digestibilidade aparente de MS ($P = 0,0542$), MO ($P = 0,0573$), PB ($P = 0,0662$) e NDT ($P = 0,0836$) em ovinos. Os ovinos alimentados com SAL absorveram e retiveram menos ($P < 0,05$) nitrogênio do que os alimentados com as dietas CON e EPV. A suplementação com 24 mL/dia de EPV não afeta a ingestão de energia e a utilização de nitrogênio pelos ovinos.

Experimento 3: Avaliou-se a oferta de EPV (24 mL/dia) ou SAL (24 mg/kg de MS) sobre respostas produtivas, metabólicas, características de carcaça, qualidade da carne e histomorfometria do trato gastrointestinal de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado. Foram utilizados 21 cordeiros machos da raça Santa Inês, com idade de 5 ± 1 meses e peso de $17,08 \pm 2,36$ kg, confinados por 90 dias. O consumo de nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho e peso da carcaça dos cordeiros não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos aditivos. Entretanto, o pH e o grau de engorduramento foram maiores ($P < 0,05$) para carcaças de animais recebendo SAL. Não houve diferenças ($P > 0,05$) nos atributos químicos, físicos e na oxidação lipídica da carne. A carne de cordeiros CON apresentou maior ($P < 0,05$) escore de sabor, textura e suculência, mas não houve diferença ($P > 0,05$) na intenção de compra da carne. A análise histomorfométrica do epitélio ruminal e do duodeno não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Observou-se tendência de aumento na densidade de muco cecal nos animais suplementados com SAL ($P = 0,0726$). As análises por microscopia eletrônica de varredura indicaram preservação da integridade da mucosa em todos os grupos. Conclui-se, portanto, que o EPV apresenta potencial para utilização como aditivo alternativo à SAL em dietas de confinamento para ovinos, contribuindo para a manutenção do metabolismo, da saúde digestiva e da eficiência produtiva, sem efeitos adversos sobre a qualidade da carne.

Palavras-chave: aditivos zootécnicos; cordeiros em confinamento; ionóforos; *Mimosa tenuiflora*; própolis verde.

ABSTRACT: Reducing the confinement time of sheep requires high-energy diets, often associated with the use of ionophores, whose application has been progressively restricted due to concerns about microbial resistance, which has encouraged research into alternative additives of natural origin. In this context, we sought to evaluate the effects of green propolis extract (EPV) from *Mimosa tenuiflora* in comparison to salinomycin (SAL) on metabolic parameters, productive performance, carcass characteristics, meat quality, and histomorphometry of the digestive tract of sheep fed high-concentrate diets. To this end, three experiments were conducted. **Experiment 1:** The effect of increasing doses of EPV (0, 6, 12, 18 and 24 mL/day of EPV) on consumption, apparent digestibility, ingestive behaviour, ruminal parameters, serum biochemistry and nitrogen balance in sheep fed high concentrate diets was evaluated (v:c 20:80). Five castrated male sheep, ½ Dorper x ½ Santa Inês, aged 26 months and weighing 47.94 ± 4.73 kg, were used. The experiment lasted 85 days, divided into five 17-day periods. Increasing doses of EPV did not influence ($P > 0.05$) the consumption and apparent digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fibre (NDFcp) of the sheep, feeding behaviour, pH and ruminal ammoniacal nitrogen, as well as water absorbed and nitrogen retained. Blood eosinophils and monocytes and aspartate aminotransferase values were altered ($P < 0.05$) by the supply of EPV to lambs. **Experiment 2:** The effects of EPV (24 mL/day) or salinomycin (24 mg/kg DM) on intake, apparent digestibility, nitrogen balance, and water balance of sheep fed high-concentrate diets were evaluated. Three sheep, ½ Dorper x ½ Santa Inês, were assigned to a 3 x 3 Latin square design, repeated over time, totalling six replicates per treatment. The animals were castrated, aged 26 months and weighed 46.93 ± 4.73 kg. The experiment lasted 102 days, divided into 6 collection periods. The consumption of DM, OM, CP, NDFcp and non-fibrous carbohydrates (NFC) did not differ ($P > 0.05$) between the additives. However, total digestible nutrient (TDN) intake was lower ($P < 0.05$) for the SAL diet. Similarly, the SAL diet tended to reduce the apparent digestibility of DM ($P = 0.0542$), OM ($P = 0.0573$), CP ($P = 0.0662$) and TDN ($P = 0.0836$) in sheep. Sheep fed SAL absorbed and retained less ($P < 0.05$) nitrogen than those fed the CON and EPV diets. Supplementation with 24 mL/day of EPV does not affect energy intake and nitrogen utilisation by sheep. **Experiment 3:** The effect of EPV (24 mL/day) or SAL (24 mg/kg DM) on productive and metabolic responses, carcass characteristics, meat quality, and histomorphometry of the gastrointestinal tract of lambs fed high-concentrate diets was evaluated. Twenty-one male Santa Inês lambs, aged 5 ± 1 months and weighing 17.08 ± 2.36 kg, were confined for 90 days. Nutrient consumption, feeding behaviour, performance and carcass weight of lambs were not influenced ($P > 0.05$) by the additives. However, pH and fat content were higher ($P < 0.05$) for carcasses of animals receiving SAL. There were no differences ($P > 0.05$) in the chemical and physical attributes and lipid oxidation of the meat. The meat of CON lambs had higher ($P < 0.05$) scores for flavour, texture and juiciness, but there was no difference ($P > 0.05$) in the intention to purchase the meat. The histomorphometric analysis of the ruminal epithelium and duodenum did not differ ($P > 0.05$) between treatments. A tendency towards increased caecal mucus density was observed in animals supplemented with SAL ($P = 0.0726$). Scanning electron microscopy analyses indicated preservation of mucosal integrity in all groups. It can therefore be concluded that EPV has potential for use as an alternative additive to SAL in feed for confined sheep, contributing to the maintenance of metabolism, digestive health and productive efficiency, without adverse effects on meat quality.

Keywords: green propolis; ionophores; lambs in confinement; *Mimosa tenuiflora*; zootechnical additives.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Figura 1 – Representações gráficas dos estudos *in vivo* com própolis em ovinos. **(A)** Distribuição dos diferentes tipos de própolis utilizados em pesquisas *in vivo* com ovinos. **(B)** Nuvem de palavras construída a partir dos termos mais frequentes nos resumos dos estudos *in vivo* incluídos na revisão. A nuvem foi gerada a partir dos termos originais, publicados em inglês..... 37

CAPÍTULO 2 – GREEN PROPOLIS EXTRACT DERIVED FROM *Mimosa tenuiflora* AS AN ADDITIVE IN THE DIET OF SHEEP

- Figura 1 – Representação esquemática das etapas de obtenção do extrato hidroalcoólico de própolis verde derivado da *Mimosa tenuiflora* utilizado no ensaio experimental..... 67

CAPÍTULO 4 – EFEITOS DA SALINOMICINA E DO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE SOBRE DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS

- Figura 1 – Medição da espessura da gordura subcutânea..... 121
- Figura 2 – Separação da paleta esquerda da carcaça ovina (a); Paleta esquerda sendo embalada a vácuo (b); paleta embalada à vácuo e identificada (c); paletas envoltas em papel alumínio e armazenadas em freezer para análises posteriores (d)..... 122
- Figura 3 – Avaliação instrumental (a) e subjetiva da cor da carne (b)..... 124
- Figura 4 – Prensagem e retirada do sulco da carne 124
- Figura 5 – Mapa de calor (do azul ao vermelho) para intensidade de nota em painel não treinado de parâmetros sensoriais da carne de cordeiros terminados em confinamento suplementados com diferentes aditivos 135

CAPÍTULO 5 – RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DO TRATO GASTROINTESTINAL E DO FÍGADO DE CORDEIROS CONFINADOS SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE OU SALINOMICINA

Figura 1	–	Ilustração representativa das mensurações morfométricas realizadas nas papilas ruminais de ovinos, evidenciando a altura da papila (AP), a largura da papila (LP) e a espessura da camada muscular (CM). Fotomicrografia obtida em microscópio de luz (Leica DM 500 HD)	177
Figura 2	–	Fotomicrografias do rúmen e do duodeno de ovinos, coradas com hematoxilina e eosina, evidenciando a organização histomorfológica das papilas ruminais e da mucosa duodenal	181
Figura 3	–	Fotomicrografias da mucosa cecal de ovinos corada com PAS + Alcian blue, evidenciando mucinas neutras e mucinas ácidas	182
Figura 4	–	Fotomicrografias do fígado de ovinos coradas com PAS + Alcian Blue para evidenciar o glicogênio hepático	183
Figura 5	–	Microscopia eletrônica de varredura do tubo digestório de ovinos	184

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tabela 1	– Efeito de diferentes tipos de própolis sobre o desempenho em ovinos.....	39
----------	--	----

CAPÍTULO 2 – GREEN PROPOLIS EXTRACT DERIVED FROM *Mimosa tenuiflora* AS AN ADDITIVE IN THE DIET OF SHEEP

Tabela 1	– Composição percentual e química do concentrado e composição química do volumoso utilizado na dieta experimental	67
Tabela 2	– Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde	73
Tabela 3	– Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde.....	74
Tabela 4	– Balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, recebendo extrato de própolis verde da <i>Mimosa tenuiflora</i> como aditivo fitogênico.....	74
Tabela 5	– Circunferência abdominal, pH e nitrogênio amoniacal do rúmen de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, recebendo extrato de própolis verde da <i>Mimosa tenuiflora</i> como aditivo fitogênico.....	75
Tabela 6	– Balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde.....	75
Tabela 7	– Parâmetros sanguíneos e bioquímica sérica de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde	76

CAPÍTULO 3 – EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE OU SALINOMICINA EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E BALANÇO HÍDRICO

Tabela 1	– Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%)	93
----------	--	----

Tabela 2	– Consumo e digestibilidade dos nutrientes dieta de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	96
Tabela 3	– Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	97
Tabela 4	– Balanço hídrico de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	98

CAPÍTULO 4 – EFEITOS DA SALINOMICINA E DO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE SOBRE DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS

Tabela 1	– Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%)	116
Tabela 2	– Consumo de nutrientes por cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	129
Tabela 3	– Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	130
Tabela 4	– Indicadores de fermentação ruminal de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	130
Tabela 5	– Bioquímica sérica de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	131
Tabela 6	– Bioquímica urinária de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	131
Tabela 7	– Desempenho produtivo e biometria de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	132
Tabela 8	– Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	133

Tabela 9	–	Composição tecidual da paleta de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	134
Tabela 10	–	Parâmetros físico-químicos da carne de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	134
Tabela 11	–	Constituintes não carcaça de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	136

CAPÍTULO 5 – RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DO TRATO GASTROINTESTINAL E DO FÍGADO DE CORDEIROS CONFINADOS SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE E SALINOMICINA

Tabela 1	–	Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%)	174
Tabela 2	–	Histomorfometria do epitélio ruminal de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	180
Tabela 3	–	Histomorfometria do duodeno de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	181
Tabela 4	–	Densidade de muco cecal e glicogênio hepático de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL)	182

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AA – Área de absorção
AB – Alcian blue
AC - Altura de cernelha
AG – Altura de garupa
AGCC – Ácidos graxos de cadeia curta
AGV's – Ácidos graxos voláteis
AlCl₃ – Cloreto de alumínio
AMSA – American Meat Science Association
ANOVA – Análise de variância
AOAC – Association of Official Analytical Chemists
AP – Altura de papila
AST - Aspartato transaminase
BR – Brasil
CAPE – Éster feniletílico do ácido cafeico
CBM – Concentração bactericida mínima
CCA – Centro de Ciências Agrárias
CCF – Consumo de compostos fenólicos
CE – Ceará
CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CIDN - Cinza insolúvel em detergente neutro
CIELab – Commission Internationale de l'Éclairage L*a*b*
CIM – Concentração inibitória mínima
CMS – Consumo de matéria seca
CNF – Carboidratos não fibrosos
CON – Controle
CG – Comprimento de garupa
CP – Comprimento de perna
CRA – Capacidade de retenção de água
CREAu - Creatinina urinária
CTF – Consumo de flavonoides totais
DPPH - Composto orgânico estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

Dr. – Doutor

Dra. – Doutora

EAG – Equivalente de ácido gálico

ECA – Enzima conversora de angiotensina

ECM – Espessura da camada muscular

EE – Espessura de epitélio

EE – Extrato etéreo

EM – Energia metabolizável

EM – Espessura de mucosa

EPM – Erro padrão da média

EPV – Extrato da própolis vermelha

EQ – Equivalente de quercetina

ES – Espessura de submucosa

Et al. – E outros

FA – Fosfatase alcalina

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados

EUA – Estados Unidos da América

GL - Gay-Lussac

GGT - Gama glutamil transaminase

GGTu - Gama Glutamil Transferase urinária

GMD – Ganho médio diário

GPT – Ganho de peso total

h – Hora

HCL – Ácido clorídrico

HE – Hematoxilina-eosina

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC – Índice de células caliciformes

ICC – Índice de compactidade de carcaça

IGH – Índice de glicogênio hepático

LABMORFA – Laboratório de morfofisiologia animal aplicada

LANA – Laboratório de nutrição animal

LANIS – Laboratório de Análises Instrumentais e Sensoriais

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

LIPOA – Laboratório de inspeção de produtos de origem animal

LP – Largura de papila

MDA – Malonaldeído

Min – Minuto

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria seca

Nº – Número

NASEM – National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine

NDT – Nutrientes digestíveis totais

NEPPER – Núcleo de Ensino e Pesquisa com Pequenos Ruminantes

NRC – National Research Council

rpm – Rotações por minuto

OMS – Organização Mundial da Saúde

PAS – Ácido periódico-Schiff

PB – Proteína bruta

PB – Paraíba

PCA – Peso corporal ao abate

PCQ – Peso de carcaça quente

PCF – Peso de carcaça fria

Pu – Teor de proteína urinária

PP – Perímetro de perna

ppm – Partes por milhão

PRO – Própolis verde

PPR – Perdas por resfriamento

PPC – Perdas por cocção

PT – Profundidade torácica

PV – Peso vivo

RCF – Rendimento de carcaça fria

RCQ – Rendimento de carcaça quente

RN – Rio Grande do Norte

SAL – Salinomicina

SAS – Statistical Analysis Software

TBA – Ácido tiobarbitúrico

TBARS – Thiobarbituric Acid Reactive Substances

TCA – Ácido tricloacético

UFERSA – Universidade Federal Rural do Semiárido

UPC – Relação proteína-creatinina

UV – Ultravioleta

v:c – Relação volumoso: concentrado

LISTA DE SÍMBOLOS

a* - Eixo verde-vermelho

b* - Eixo azul-amarelo

L* - Luminosidade

% - Porcentagem

® - Marca registrada

µg – Micrograma

± - Mais ou menos

cm³ – Centímetro cúbico

g – Grama

kg – Quilograma

kgf – Quilograma-força

m² – Metro quadrado

Mcal – Megacalorias

mg – Miligrama

MJ – Megajoule

mL – Mililitro

mm - Milímetro

nm – Nanômetro

°C - Grau Celsius

µm – Micrômetro

µm² – Micrômetro quadrado

¾ - Três quartos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	27
1. INTRODUÇÃO	27
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	29
2.1 Terminação de ovinos e o uso de aditivos nutricionais.....	29
2.2 Aditivos fitogênicos	30
2.3 Caracterização da própolis.....	31
2.4 Uso da própolis <i>in vitro</i>.....	34
2.5 Uso de própolis <i>in vivo</i>.....	37
2.5.1 Desempenho	38
2.5.2 Características de carcaça	41
2.5.3 Qualidade da carne	43
3. JUSTIFICATIVA.....	46
4. HIPÓTESES CIENTÍFICAS	48
5. OBJETIVOS	49
5.1 OBJETIVO GERAL	49
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	49
REFERÊNCIAS	50
CAPÍTULO 2 – GREEN PROPOLIS EXTRACT DERIVED FROM <i>Mimosa tenuiflora</i> AS AN ADDITIVE IN THE DIET OF SHEEP.....	61
CAPÍTULO 3 - EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE OU SALINOMICINA EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E BALANÇO HÍDRICO.....	86
CAPÍTULO 4 – EFEITOS DA SALINOMICINA E DO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE SOBRE DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS	109
CAPÍTULO 5 – RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DO TRATO GASTROINTESTINAL E DO FÍGADO DE CORDEIROS CONFINADOS SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE E SALINOMICINA	167
REFERÊNCIAS	191
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	197
APÊNDICE	198
ANEXOS	201

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura está consolidada como uma das atividades pecuárias de maior potencial socioeconômico para regiões áridas e semiáridas, especialmente por sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas desses ambientes e por representar uma importante fonte de proteína animal e renda para populações (Danmaigoro *et al.*, 2024; Mora-Luna *et al.*, 2022). No entanto, as oscilações climáticas dessas regiões reduzem a disponibilidade e a qualidade das forragens, tornando o confinamento uma alternativa estratégica para a terminação de cordeiros com maior eficiência produtiva (Cartaxo *et al.*, 2025; Salman *et al.*, 2025).

Em sistemas intensivos, a utilização de dietas com alta proporção de concentrado é prática recorrente para maximizar o ganho de peso e reduzir a idade de abate (Gregório *et al.*, 2024). Contudo, o desafio de equilibrar o desempenho animal e a saúde ruminal permanece central. A rápida fermentação de carboidratos solúveis altera a ecologia microbiana do rúmen e pode desencadear distúrbios metabólicos, como acidose e inflamações, comprometendo o bem-estar e a produtividade dos animais (Monteiro; Faciola, 2020). Nesse contexto, o uso de aditivos nutricionais torna-se essencial para modular a fermentação ruminal e otimizar o aproveitamento dos nutrientes (Torres *et al.*, 2021).

Historicamente, os ionóforos, como a salinomicina, têm sido amplamente empregados com esse propósito, apresentando efeitos consistentes sobre a eficiência alimentar e o controle de distúrbios fermentativos (Dellaqua *et al.*, 2024). Entretanto, a crescente preocupação global com a resistência antimicrobiana e com resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal resultou em restrições ao uso desses compostos em diversos países (Tang *et al.*, 2017; União Europeia, 2023). Paralelamente, o perfil do consumidor moderno tem se voltado para produtos de origem animal livres de resíduos químicos, produzidos sob condições ambientalmente responsáveis e com garantias de bem-estar (Klinken *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, a busca por alternativas naturais capazes de substituir os antibióticos convencionais emergiu como uma das principais fronteiras da pesquisa em nutrição de ruminantes. Entre as possibilidades estudadas, destacam-se os aditivos fitogênicos, compostos de origem vegetal que apresentam propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunomoduladoras, capazes de modular a microbiota ruminal e melhorar a eficiência alimentar sem deixar resíduos nos produtos de origem animal (Wang *et al.*, 2024).

Entre os fitogênicos com potencial zootécnico, a própolis (produto resinoso elaborado pelas abelhas a partir de secreções vegetais) tem despertado grande interesse científico (Almeida Júnior *et al.*, 2023). Sua composição complexa e variável, rica em compostos fenólicos e flavonoides (Cécere *et al.*, 2021; Ferreira, 2017), confere-lhe ampla atividade biológica, com efeitos relatados sobre a fermentação ruminal, o desempenho produtivo e estabilidade oxidativa da carne (Aguiar *et al.*, 2022; Paixão *et al.*, 2022). Embora o uso de própolis em dietas de ruminantes tenha sido explorado em diferentes países, as evidências sobre o uso da própolis verde oriunda da *Mimosa tenuiflora* são ainda incipientes.

A *M. tenuiflora*, popularmente conhecida como Jurema preta, é uma planta amplamente distribuída no semiárido nordestino e reconhecida por sua riqueza fitoquímica, incluindo compostos fenólicos e flavonoides e elevada atividade biológica (Ferreira *et al.*, 2017). A própolis produzida a partir dessa espécie tem se mostrado promissora como fonte de substâncias com propriedades antioxidantes, antibacterianas e anti-inflamatórias (Ferreira *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2025). No entanto, o seu potencial como aditivo fitogênico na alimentação de ovinos de corte permanece praticamente inexplorado, especialmente no que se refere aos efeitos sobre a fermentação ruminal, o metabolismo, o desempenho e a qualidade da carne.

Essa lacuna de conhecimento representa uma oportunidade científica relevante para compreender de que forma compostos naturais da Caatinga, como a própolis da *M. tenuiflora*, podem contribuir para a sustentabilidade e competitividade da ovinocultura do semiárido, oferecendo alternativas aos antibióticos convencionais e agregando valor a recursos naturais regionais.

Diante disso, a presente tese foi concebida para avaliar o uso da própolis verde do Nordeste como aditivo fitogênico na dieta de ovinos confinados, buscando compreender seus efeitos sobre o metabolismo, a fermentação ruminal, o desempenho, as características de carcaça e qualidade de carne. A estrutura dos capítulos que se seguem reflete esse percurso investigativo, integrando aspectos fisiológicos, produtivos e qualitativos com o intuito de oferecer uma visão abrangente e aplicada do potencial zootécnico e biológico desse recurso natural.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Terminação de ovinos e o uso de aditivos nutricionais

O Brasil possui um rebanho estimado em 21,9 milhões de ovinos, sendo aproximadamente 71,2% concentrado na região Nordeste (IBGE, 2024). Apesar da relevância econômica e social da ovinocultura nordestina, o consumo nacional de carne ovina permanece baixo, cerca de 0,6 kg per capita ao ano (EMBRAPA, 2019).

No contexto do semiárido, a criação de pequenos ruminantes representa um dos pilares da segurança alimentar e da estabilidade econômica das famílias rurais, pela capacidade de transformar recursos vegetais locais em proteína de alto valor biológico (Ramos *et al.*, 2020; Flores *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2025).

Com a previsão de que a população mundial alcance 9,8 bilhões de pessoas até 2050, estima-se que a demanda global por alimentos aumente em cerca de 70% (FAO, 2017). Nesse cenário, o Brasil se destaca como um dos principais fornecedores de proteína animal, o que reforça a necessidade de ampliar a eficiência produtiva dos rebanhos ovinos nacionais. Entretanto, um dos maiores desafios da ovinocultura brasileira é produzir animais precoces e com carcaças de melhor qualidade, o que requer a adoção de sistemas de terminação intensivos e dietas mais energéticas.

Dietas com elevada proporção de concentrados fornecem carboidratos de rápida fermentação, o que acelera a disponibilidade de energia para o animal, mas também aumenta o risco de distúrbios metabólicos, com redução do consumo, inflamações, acidose ruminal, abscessos hepáticos e acidose láctica (Coelho *et al.*, 2020; Fu *et al.*, 2022). Para minimizar esses efeitos, diferentes estratégias nutricionais têm sido empregadas, destacando-se o uso de aditivos alimentares.

Entre os aditivos convencionais, os ionóforos são amplamente utilizados na produção de ruminantes por sua ação antimicrobiana seletiva, capaz de modificar o padrão fermentativo e aumentar a eficiência alimentar (Silvestre; Millen, 2021). Esses compostos atuam no transporte de íons através da membrana bacteriana, alterando o equilíbrio osmótico entre os meios intra e extracelular e induzindo a perda energética das células mais sensíveis (Duffield; Merrill; Bagg, 2012). Por apresentarem membrana mais permeável, as bactérias gram-positivas são mais afetadas que as gram-negativas, o que reduz a competição por substratos e favorece populações produtoras de propionato, importante precursor de glicose para o metabolismo do hospedeiro (Marques; Cooke, 2021).

Apesar de seus benefícios zootécnicos, o uso de ionóforos tem sido revisto em diversos países. A legislação europeia os classifica como antibióticos e restringe seu uso com doses subterapêuticas, devido ao risco potencial de resíduos em alimentos e ao desenvolvimento de resistência bacteriana (EPC, 2003; Scaldaferri *et al.*, 2020). Além das implicações regulatórias, há crescente pressão do mercado consumidor por alimentos de origem animal produzidos sem antimicrobianos e sob práticas sustentáveis (FAO, 2017; Klinken *et al.*, 2024)

Dessa forma, a nutrição de ruminantes passa por um processo de reavaliação quanto aos aditivos empregados, com ênfase na busca de compostos que mantenham a eficiência produtiva, mas que também sejam seguros para o animal, o consumidor e o meio ambiente (Fugita *et al.*, 2017). Nesse contexto abre-se espaço para o estudo de aditivos naturais de origem vegetal, capazes de promover efeitos benéficos semelhantes aos dos ionóforos, atuando por mecanismos análogos na modulação da microbiota ruminal.

2.2 Aditivos fitogênicos

O uso de aditivos alimentares constitui uma prática amplamente adotada em sistemas de produção intensiva, visando melhorar o aproveitamento dos nutrientes e aumentar o desempenho animal. De acordo com a Instrução Normativa nº 15/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, aditivos são substâncias adicionadas intencionalmente aos alimentos com o objetivo de preservar, intensificar ou modificar suas propriedades químicas, desde que não comprometam seu valor nutricional (Brasil, 2009).

Nas últimas décadas, entretanto, o uso de aditivos convencionais tem sido questionado, sobretudo quanto à segurança do alimento e ao risco de resíduos em produtos de origem animal. Tais preocupações, somadas às restrições impostas pela União Europeia desde 2006 quanto ao uso de antibióticos como promotores de crescimento (EPC, 2003; União Europeia, 2023), impulsionaram a busca por compostos naturais capazes de modular a fermentação ruminal, melhorar o aproveitamento dos nutrientes e manter a saúde do animal sem causar impactos negativos ao consumidor ou ao ambiente (Fu *et al.*, 2022).

Nesse cenário, a tendência global por alimentos seguros e sustentáveis ampliou o interesse por aditivos fitogênicos, também chamados de fitobióticos, empregados como alternativas aos antimicrobianos tradicionais. A produção orgânica e os sistemas livres de antibióticos têm valorizado esses compostos, que, além de conferirem maior valor agregado aos produtos, reforçam o compromisso ambiental da cadeia produtiva.

Os aditivos fitogênicos constituem um grupo heterogêneo de substâncias bioativas, como ácidos orgânicos, aldeídos, cetonas, ésteres e compostos fenólicos, naturalmente presentes em extratos vegetais, resinas e óleos essenciais (Ferreira *et al.*, 2024). Essas moléculas são produtos do metabolismo secundário das plantas e podem ser acumuladas em diferentes tecidos vegetais, como folhas, caules, raízes, frutos e sementes. Quando ingeridos por herbívoros, exercem efeitos moduladores sobre a microbiota do trato digestivo, de forma semelhante aos promotores de crescimento, mas sem os riscos associados à resistência microbiana (Torres *et al.*, 2021; Króliczewska *et al.*, 2023).

Entre os fitogênicos investigados na nutrição de ruminantes, a própolis tem despertado atenção especial. Por apresentar composição química complexa e diversificada, rica em flavonoides, ácidos fenólicos e compostos antioxidante, a própolis exibe ampla gama de atividades biológicas e farmacológicas, o que tem estimulado seu uso como aditivo funcional na alimentação animal (Ítavo *et al.*, 2011; Soltan e Patra, 2020).

O modo de ação da própolis assemelha-se, em parte, aos dos ionóforos, por atuar na modulação da microbiota ruminal. De acordo com Mandal *et al.* (2014), seus compostos ativos apresentam maior atividade antimicrobiana contra bactérias gram-positivas, que possuem membranas mais permeáveis em comparação às gram-negativas (Chen *et al.*, 2018). Essa seletividade favorece o crescimento de bactérias produtoras de propionato, um dos principais precursores gliconeogênicos para o metabolismo hepático dos ruminantes. Além disso, a formação de propionato consome íons de hidrogênio (H^+) que, de outra forma, seriam usados na produção de metano por arqueias metanogênicas (Wang *et al.*, 2023). Assim, ao redirecionar o fluxo de H^+ para vias fermentativas mais eficientes, a própolis contribui para reduzir a metanogênese e melhorar a eficiência energética do rúmen.

Apesar do grande número de estudos relatando as propriedades biológicas da própolis, sua eficácia como aditivo fitogênico pode variar significativamente em função de sua origem botânica, época de coleta e tipo de solvente utilizado na extração. Devido a isso, cresce a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a composição e o modo de ação da própolis verde da *M. tenuiflora* oriunda do semiárido brasileiro.

2.3 Caracterização da própolis

A própolis é um produto natural resinoso coletado pelas abelhas operárias de diferentes partes das plantas, como brotos, flores, galhos, látex, casca, exsudatos de plantas e lesões (Przybyłek; Karpiński, 2019; 2019; Soltan; Patra, 2020). Cera e secreções das glândulas

mandibulares e hipofaríngeas das abelhas são adicionadas a esta mistura. Este composto sela principalmente buracos e rachaduras, protegendo a colmeia contra microrganismos e predadores e impedindo-a de flutuações de temperatura (Chen *et al.*, 2018; Soltan; Patra, 2020).

Com uma composição bastante complexa, a própolis é composta por gomas e resinas (50% a 70%), óleos e ceras (30% a 50%), pólen (5% a 10%), vitaminas (B, C e E), minerais, açúcares, aminoácidos e outros compostos aromáticos como substâncias fenólicas e ésteres (Grassi *et al.*, 2023). Muitos tipos de flavonóides, terpenos, esteróides, beta-aldeídos aromáticos, álcoois, sesquiterpenos e estilbenos podem ser encontrados entre os componentes orgânicos. A interação desses produtos químicos produz um efeito sinérgico determinante na atividade biológica da própolis (Saad *et al.*, 2022).

Apesar de ser um produto de origem animal, a maioria dos componentes da própolis, principalmente os ativos, são provenientes de plantas (Salatino *et al.*, 2005; Dezmirean *et al.*, 2021). Devido à variedade botânica existente, os compostos ativos da própolis podem variar dependendo da composição florística de cada região (Becerra *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2020; Grassi *et al.*, 2023). Bobis (2022) afirma que o escopo das atividades terapêuticas é maior em amostras de regiões tropicais como reflexo da diversidade vegetal.

As propriedades benéficas da própolis variam e derivam de sua rica composição química. Entre elas estão a atividade antimicrobiana e antiviral (Bankova *et al.*, 2014; Silvera *et al.*, 2023), antioxidantes (Svetikienė *et al.*, 2024), anticancerígenos (Pierański; Kaniowski; Szweda, 2025), anti-inflamatórios (Zulhendri *et al.*, 2022), imunoestimulantes (Bhatti *et al.*, 2024) e propriedades antialérgicas (Yasar *et al.*, 2016; Liew *et al.*, 2022). Os ricos componentes bioativos são úteis em sua aplicação em vários campos, como medicina e odontologia, medicina veterinária, pecuária, produtos farmacêuticos, cosméticos e indústria alimentícia.

Mais de 420 compostos químicos foram identificados na própolis de várias regiões geográficas do mundo (Huang *et al.*, 2014; Pobiega *et al.*, 2023). No Brasil, 14 tipos de própolis já foram classificados com base em suas características físico-químicas devido à vasta biodiversidade encontrada em seu território (Park *et al.*, 2000; Bobis, 2022). Esses tipos se distinguem principalmente pela cor, odor e consistência. As características da própolis estão associadas à planta de origem e às espécies de abelhas produtoras (Wolska *et al.*, 2019).

De acordo com dados da Apis Brasil (2018), a Região Centro-Oeste é uma grande produtora de própolis amarela, que geralmente apresenta baixos teores de compostos fenólicos e flavonoides, substâncias responsáveis pelas principais propriedades atribuídas à própolis. A

própolis marrom, que geralmente se origina de *Braccharis dracunculifolia* e *Vernonia polyanthes*, é mais comumente encontrada nas regiões Sudeste e Sul do Brasil e possui atividade antimicrobiana e antioxidante conferida por flavonoides como a crisina e a pinocembrina (Bastos *et al.*, 2011; Apis Brasil, 2018; Cruz *et al.*, 2022).

A própolis vermelha é produzida por abelhas que habitam áreas de manguezais, principalmente na região nordeste do país, com a presença de *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub (Almuhayawi, 2020). Outro tipo de própolis amplamente comercializada no Brasil e países vizinhos é a própolis verde, que vem do exsudato da planta nativa da região central do Brasil, *Baccharis dracunculifolia*, popularmente conhecida como alecrim do campo. Essa própolis apresenta alta concentração de compostos fenólicos, com predominância de ácido cinâmico (artepelina C) e éster feniletílico do ácido cafeico (CAPE) (Possamai *et al.*, 2013; Beserra *et al.*, 2021).

Em um estudo de meta-análise, Sousa *et al.* (2020) verificaram que a própolis vermelha é superior à própolis verde em aplicações cicatrizantes, antibacterianas, antiparasitárias e citotóxicas, principalmente devido à maior quantidade de flavonoides em sua composição. Silva *et al.* (2017) encontraram em um estudo *in vitro* que a própolis vermelha apresentou maior atividade antimicrobiana contra *Enterococcus* sp., *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella* sp., com valores mínimos de concentração inibitória de 31,3, 62,5 e 31,3 µg/mL-1, respectivamente.

Recentemente, outro tipo de própolis foi descoberto no Nordeste do Brasil a partir de resina coletada da *M. tenuiflora* (Willd.) (Poir), uma árvore presente no Semiárido brasileiro. Conhecida popularmente como jurema-preta, a *M. tenuiflora* é uma espécie amplamente distribuída no bioma Caatinga e reconhecida pela elevada produção de metabólitos secundários em resposta às condições ambientais do semiárido (Souza *et al.*, 2025). A resina exsudada de sua casca, ramos jovens e flores são ricos em compostos fenólicos, flavonoides, taninos condensados, catequinas, alcaloides e chalconas, que são coletados pelas abelhas para a produção da própolis (Santiago *et al.*, 2025). As características edafoclimáticas da região favorecem o acúmulo desses compostos ativos, conferindo à própolis derivada da *M. tenuiflora* um perfil fitoquímico distinto e que apresenta alto potencial antioxidante e antimicrobiano (Souza *et al.*, 2025).

A própolis produzida a partir dessa planta possui forte potencial para o desenvolvimento de fármacos, tendo em vista que cerca de 14 compostos químicos já foram identificados, entre eles ácido 3,4-dihidroxibenzóico, rutina, ácido transcinâmico, miricetina,

kaempferol, quercitina, crisina, naringenina e chalconas, sendo responsáveis pelas atividades antioxidante e antibacteriana (Ferreira *et al.*, 2017; Saad *et al.*, 2022). Guler *et al.* (2021) avaliaram os compostos rutina, crisina e miricetina, isolados do extrato alcoólico de própolis, em ensaio *in vitro*, e observaram resultados promissores. Os autores relataram que essas substâncias foram capazes de inibir a atividade enzima conversora de angiotensina 2 (ECA 2), reduzindo a capacidade de infecção e a virulência do SARS-CoV-2.

Devido a todas essas características biológicas, a própolis tem sido explorada na área de alimentação animal como potencializadora de desempenho (Aguiar *et al.*, 2014; Valero *et al.*, 2015; Cécere *et al.*, 2021). Apesar da variabilidade, os diferentes tipos de própolis atuam principalmente por meio de mecanismos de ação potentes (atividade antimicrobiana e antioxidante), que podem modificar a fermentação microbiana ruminal e conferir melhor *status* antioxidante, resultando em melhor desempenho e saúde animal (Soltan *et al.*, 2016; Soltan & Patra, 2020).

2.4 Uso da própolis *in vitro*

A própolis tem sido amplamente investigada por suas propriedades biológicas e pela baixa toxicidade, características que sustentam seu uso tradicional na medicina popular e despertam o interesse científico em diferentes áreas do conhecimento. Essa complexa mistura natural contém compostos capazes de conferir efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios e antioxidantes, o que a torna uma forte candidata para diversas aplicações terapêuticas e nutricionais (Pierański; Kaniowski; Szweda, 2025).

Por apresentar propriedades antimicrobianas marcantes, esse composto tem sido objeto de numerosos estudos *in vitro*, sobretudo na última década, período em que a resistência microbiana se intensificou em escala global. Diante desse cenário, a substituição de aditivos ionóforos por alternativas naturais surge como uma necessidade cada vez mais urgente, considerando que a utilização prolongada de antibióticos em doses subterapêuticas favorece a seleção de microrganismos multirresistentes (Fugita *et al.*, 2017; Ibrahim; Au; Wong, 2025).

Estudos realizados com extratos secos e hidroalcoólicos de diferentes tipos de própolis têm avaliado sua atividade antibacteriana contra uma ampla variedade de microrganismos. Em geral, observa-se ação inibitória significativa sobre bactérias gram-positivas, associada à sinergia entre seus principais compostos bioativos, especialmente os flavonoides e os fenóis (Przybyłek; Karpiński, 2019). Almuhayawi (2020) destacou que os mecanismos antibacterianos da própolis incluem: (1) inibição da síntese de ácidos nucleicos;

(2) alteração da função da membrana citoplasmática; (3) inibição do metabolismo energético; (4) redução da formação de biofilmes; (5) inibição de proteínas de membrana; e (6) comprometimento da permeabilidade celular.

Em um estudo recente conduzido com 21 amostras de própolis brasileiras, provenientes de abelhas *Apis mellifera* e sem ferrão, de diferentes regiões e tipos botânicos, foram avaliadas as propriedades antibacteriana dos extratos (Gomes *et al.*, 2024). As análises revelaram que amostras com menores teores de compostos fenólicos apresentaram reduzida ação antimicrobiana. Foi observado ainda uma maior sensibilidade de bactérias gram-positivas pela determinação da Concentração Inibitória Mínima e Concentração Bactericida Mínima (CIM 0,001-0,2 mg/mL; CBM 0,02-0,5 mg/mL) em comparação às gram-negativas (CIM 0,06-0,2 mg/mL; CBM 0,2-0,5 mg/mL).

Ao comparar as concentrações inibitórias mínimas (CIM) de própolis vermelha, verde e marrom de diferentes regiões do Brasil contra *S. aureus* e *E. coli*, Machado *et al.* (2016) observaram valores de CIM de 50 µg, 400 µg e 1660 µg, respectivamente. Esses resultados indicam maior eficácia das própolis vermelha e verde, uma vez que menores concentrações são suficientes para inibir o crescimento bacteriano.

Reis *et al.* (2021) avaliaram o extrato de própolis verde a 21% e verificaram halos de inibição sobre *Bacillus subtilis*, *Salmonella* entérica subsp. *Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. e *Shigella* sp., com diâmetros médios de 20,3; 10; 16,3; 22; 7,3 e 19,3 mm, respectivamente. Segundo os autores, essa ação antibacteriana está relacionada à presença de compostos fenólicos, como p ácido p-cumárico e a artepeline C. Resultados semelhantes foram obtidos por Heimbach *et al.* (2016), que observaram redução expressiva na contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) de *E. coli*, *Klebsiella* e *Salmonella* com doses crescentes de extratos de própolis verde e marrom, sendo a maior redução observada com 0,5g de extrato.

No contexto da produção animal, aditivos são utilizados para modular o ambiente ruminal e melhorar a eficiência da fermentação por meio da seleção de populações microbianas específicas (Kholif; Anele; Anele, 2024). Assim, a capacidade antimicrobiana da própolis sugere que seu uso como aditivo natural pode representar uma estratégia promissora e segura para substituir os ionóforos sintéticos (Nascimento *et al.*, 2018; Ramos *et al.*, 2020).

Aguiar *et al.* (2013) avaliaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana de três extratos de própolis brasileiros sobre bactérias ruminais e observaram inibição de *Streptococcus bovis*,

Clostridium aminophilum e *Ruminococcus albus*, que são espécies intimamente associadas à redução do pH ruminal e à ocorrência de disbiose. Em outro estudo, Morsy *et al.* (2014) testaram própolis vermelha e marrom em diferentes doses (125, 250 ou 500 µg/500 mg MS da dieta) e constataram aumento nas concentrações totais e individuais de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), especialmente de acetato, propionato e valerato. De modo semelhante, Gomes *et al.* (2017) verificaram, em ensaio *in vitro*, que a inclusão de extrato etanólico de própolis marrom (13mL/kg MS, contendo 14 mg/mL de flavonoides) melhorou a degradação da matéria seca e o perfil fermentativo da dieta. Esses resultados sugerem que compostos fenólicos da própolis influenciam positivamente a atividade microbiana, contribuindo para maior produção de AGCC e, consequentemente, de energia metabolizável.

A modificação dos produtos finais da fermentação também está associada à mitigação de gases de efeito estufa, como metano (CH₄). Durante a fermentação, os íons de hidrogênio (H₂) liberados pela reoxidação de cofatores reduzidos (NADH, NADPH e FADH) são utilizados por arqueias metanogênicas para converter CO₂ em CH₄ (Oliveira *et al.*, 2025). Essa via é essencial para manter a fermentação, uma vez que a remoção do H₂ permite a continuidade das reações redox no rúmen. Estudos indicam que a inclusão de fontes fermentáveis como o amido, pode redirecionar parte desses íons H₂ para a formação de propionato, em um processo que aumenta a eficiência energética e reduz a emissão de metano (Kroliczewska *et al.*, 2023; Millen, 2023). Contudo, dietas altamente energéticas podem favorecer bactérias produtoras de ácido lático, como *Streptococcus bovis*, resultando em queda do pH e predisposição à acidose ruminal (Ortolani *et al.*, 2021). Por isso, o uso de aditivos moduladores, como a própolis, pode auxiliar na manutenção do equilíbrio microbiano e do potencial de hidrogênio ruminal (Lan; Yang, 2019).

Ehtesham *et al.* (2018) avaliaram o uso de própolis iraniana em diferentes relações concentrado: volumoso (80:20 e 60:40) e observaram redução significativa da população de metanogênicas *in vitro*, independentemente da proporção da dieta. Resultados semelhantes foram relatados por Morsy *et al.* (2021), que verificaram menor produção de metano em ovinos alimentados com dietas suplementadas com a própolis, efeito atribuído ao aumento dos AGCC e à maior eficiência energética. Santos *et al.* (2016), ao testarem o extrato de própolis verde da *Baccharis dracunculifolia*, também observaram aumento da produção de propionato e redução linear de CH₄, confirmando o potencial modulador da própolis sobre o metabolismo ruminal.

De modo geral, os estudos *in vitro* demonstram que os compostos fenólicos e flavonoides de própolis podem modificar seletivamente a microbiota do rúmen, promovendo

substituir ionóforos e modificar a fermentação ruminal reduzindo a perda de energia como metano (Morsy *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2016).

Sua ação pode favorecer o aumento da participação de bactérias gram-negativas e modificar o perfil dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), com incremento na produção de propionato e redução nas proporções de acetato e butirato, além da diminuição da metanogênese (Aguiar *et al.*, 2014, Soltan e Patra, 2020). Para o hospedeiro, o propionato constitui a via mais vantajosa, pois além de não acarretar perda de carbono, atua como rota de sequestro de hidrogênio (Van Soest, 1994), reduzindo a disponibilidade desse elemento para a formação de metano pelos microrganismos metanogênicos (Osorio-Terán *et al.*, 2025). Alterações consistentes, como aumento da razão molar de propionato e redução da relação acetato:propionato, têm sido amplamente documentadas e refletem maior eficiência energética (Nagaraja; Titgemeyer, 2007).

De forma geral, alterações fermentativas que promovem maior geração de precursores gliconeogênicos tendem a repercutir positivamente no desempenho produtivo (Goodrich *et al.*, 1984). Assim, a suplementação com esse fitogênico tem despertado interesse não apenas pelos efeitos antimicrobianos e fermentativos, mas também pelo potencial reflexo em parâmetros de crescimento, características de carcaça e qualidade da carne de ruminantes.

2.5.1 Desempenho

A resposta do animal a um determinado alimento resulta de interações complexas entre a composição da dieta e o processamento e, conseqüentemente, o valor nutricional, que é definido por três componentes: consumo de matéria seca, digestibilidade e eficiência energética (Van Soest, 1994). Assim, a avaliação de aditivos alimentares deve considerar esses parâmetros para caracterizar seu potencial de uso na nutrição de ruminantes.

Diversos estudos têm investigado o efeito da própolis sobre o desempenho produtivo de ovinos, considerando parâmetros de crescimento, consumo, fermentação ruminal e eficiência alimentar (Tabela 1). De modo geral, melhorias no desempenho refletem maior eficiência de uso da energia dietética, associadas ao aumento de precursores gliconeogênicos e à menor perda de energia como metano, o que contribui simultaneamente para a produtividade e para a mitigação de impactos ambientais (Sabia *et al.*, 2024).

Tabela 1 – Efeito de diferentes tipos de própolis sobre o desempenho em ovinos.

Autores	Tipos de própolis	Forma de apresentação	Dosagem utilizada	Efeito observado
Tunç <i>et al.</i> (2025)	-	Extrato etanólico	1,5mL/animal	Elevação no GPT e melhoria no metabolismo lipídico
Kabiloglu; Abas; Kocabagli (2025)	-	Extrato etanólico	3 e 6 mL/dia	Elevação do GPT, melhora da conversão alimentar e elevação de IgM e IgA
Silva <i>et al.</i> (2025)	Verde (<i>Mimosa tenuiflora</i>)	Extrato hidroalcoólico	0, 6, 12, 18 e 24mL/animal	Elevação da resposta imune
Deolindo <i>et al.</i> (2024)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato etanólico	0, 1,3, 2,7 e 5,3 mL	Maior PCF, Maior GMD, melhor conversão alimentar
Silva <i>et al.</i> (2024)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	0, 7, 14, 21, 28 mL	Melhoria no perfil lipídico da carne
Garcia <i>et al.</i> (2022)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	0, 7, 14, 21, 28 mL	Maior consumo de MS, incremento no GPT
Paixão <i>et al.</i> (2022)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	7, 14, 21 e 28 mL	Aumento do GMD e da eficiência alimentar
Paixão <i>et al.</i> (2022)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	3 g/animal	Elevação da eficiência alimentar e incremento no GMD
Badawy (2021)	-	Extrato hidroalcoólico	100 e 200 mg/kg/MS	Elevação da digestibilidade dos nutrientes e aumento da produção de leite
Cécere <i>et al.</i> (2021)	-	Extrato hidroalcoólico	0, 150, 200 e 250 µg/ kg/PC	Aumento do ganho de peso e melhoria da resposta imune
Morsy <i>et al.</i> (2021)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	3 g/animal	Elevação da digestibilidade dos nutrientes, aumento da produção de AGCC, elevação na retenção de nitrogênio, redução dos níveis de cortisol
Ítavo <i>et al.</i> (2019)	Marrom (<i>B. dracunculifolia</i> e <i>V. polyanthes</i>)	Extrato etanólico	5 e 10g/kg/MS	Aumento do peso final e do GMD, melhoria da eficiência alimentar, elevação de ácidos graxos monoinsaturados da carne
Silva <i>et al.</i> (2019)	Marrom (<i>B. dracunculifolia</i> e <i>V. polyanthes</i>)	Extrato seco	13 g/kg/MS	Aumento da ingestão de MS e redução de ácidos graxos saturados da carne
Silva <i>et al.</i> (2019)	Marrom (<i>B. dracunculifolia</i> e <i>V. polyanthes</i>)	Extrato etanólico	15 mL	Melhor RCQ, redução dos ácidos graxos saturados e aumento do teor de ácidos graxos insaturados
Shedeed <i>et al.</i> (2019)	Chinesa	Extrato seco	5 g/kg/MS	Aumento da produção de leite e maior peso ao desmame, elevação do <i>status</i> antioxidante
Talib e Saleh (2016)	-	Extrato hidroalcoólico	0, 10, 20 e 30 mL/ animal	Aumento do PC e do GMD, Maior RCQ e RCF

Continua na página seguinte...

Autores	Tipos de própolis	Forma de apresentação	Dosagem utilizada	Efeito observado
Morsy <i>et al.</i> (2016)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	3g/kg/MS	Aumento da produção de leite e maior peso ao desmame, elevação do <i>status</i> antioxidante.
Silva <i>et al.</i> (2014)	Marrom (<i>B. dracunculifolia</i> e <i>V. polyanthes</i>)	Extrato seco	0,1 g/kg/MS	Aumento da ingestão de MS, proteína bruta, matéria mineral e matéria orgânica
Silva <i>et al.</i> (2014)	Marrom (<i>B. dracunculifolia</i> e <i>V. polyanthes</i>)	Extrato hidroalcoólico	15 mL/animal	Aumento da ingestão de MS, proteína bruta, matéria mineral e matéria orgânico
Morsy <i>et al.</i> (2013)	Vermelha (<i>D. ecastophyllum</i>)	Extrato hidroalcoólico	25, 50 e 100 µg	Melhora na resposta imunológica, redução na contagem de ovos por gramas de fezes
Ítavo <i>et al.</i> (2011)	Verde (<i>B. dracunculifolia</i>)	Extrato etanólico	4, 8, 12 e 16 mL	Aumento da eficiência alimentar
Ítavo <i>et al.</i> (2011)	Verde (<i>B. dracunculifolia</i>)	Extrato etanólico	15 mL/animal	Redução da conversão e melhoria na eficiência alimentar
Ítavo <i>et al.</i> (2009)	Verde (<i>B. dracunculifolia</i>) e marrom (<i>B. dracunculifolia</i>)	Extrato hidroalcoólico	15 mL/animal	Os aditivos não influenciaram o desempenho e não alteraram as características de carcaça

AGCC= ácidos graxos de cadeia curta; MS = matéria seca, PC = peso corporal; GMD = ganho médio diário; GPT = ganho de peso total; RDF= Rendimento de carcaça fria; RCQ= rendimento de carcaça quente.

Em experimento conduzido por Deolindo *et al.* (2024), 36 cordeiros machos da raça Lacaune foram alimentados com concentrado contendo 3,8 mL/ animal/dia de extrato etanólico de própolis vermelha, sendo comparados a animais suplementados com 23,45 ppm/kg de monensina sódica na matéria seca. A inclusão da própolis promoveu maiores pesos corporais, ganho médio diário e ganho de peso total em relação ao tratamento com ionóforo, além de menor tempo de redução do azul de metileno, indicando maior atividade microbiana ruminal. Já Silva *et al.* (2019) observaram aumento no consumo de nutrientes em cordeiros alimentados com própolis bruta em substituição à monensina sódica, em dietas com relação volumoso:concentrado de 50:50. Apesar de não encontrarem diferenças na digestibilidade, concluíram que a própolis marrom promoveu desempenho semelhante ao da monensina.

Tais respostas são atribuídas à inibição seletiva de bactérias gram-positivas e ao favorecimento de populações de bactérias gram-negativas produtoras de propionato, como *Megasphaera elsdenii* e *Succiniclasicum* spp., as quais direcionam o H⁺ para gerar precursores gliconeogênicos hepáticos. Essa energia será usada para o crescimento e desempenho do animal, em vez de ser liberada na atmosfera na forma de CH₄ (Oliveira *et al.*, 2025).

Em ovelhas Santa Inês, a suplementação com extrato de própolis vermelha (3 g/animal/dia) no pós-parto aumentou significativamente a produção e a composição do leite e reduziu a contagem de células somáticas, além de melhorar a conversão alimentar das matrizes e o ganho médio diário dos cordeiros (Morsy *et al.*, 2016). Resultados semelhantes foram obtidos por Shedeed *et al.* (2019), que registraram aumento significativo no peso ao desmame de cordeiros provenientes de matrizes alimentadas com 5 g/kg de própolis chinesa.

Ítavo *et al.* (2019) relataram que a inclusão de 5g/kg/MS de resíduo de própolis marrom elevou o peso final ($P < 0,001$) e o ganho de peso total ($P < 0,001$) dos cordeiros. Além disso, tanto a própolis como a monensina aumentaram o ganho médio diário e melhoraram a conversão alimentar. Como o consumo de nutrientes não diferiu entre os tratamentos, esses efeitos refletem maior eficiência de utilização dos nutrientes, típica de aditivos moduladores da fermentação ruminal. As medidas de conformação corporal permaneceram inalteradas, sugerindo que os aditivos influenciaram principalmente o metabolismo energético, sem alterar o crescimento estrutural.

Paixão *et al* (2022) avaliaram extrato hidroalcoólico de própolis vermelha em ovinos Santa Inês alimentados com dietas 60:40 (volumoso:concentrado) e diferentes dosagens (7, 14, 21 e 28 mL/animal/dia). A dose de 21 mL/dia resultou em menor excreção ruminal de nitrogênio, maior ganho médio diário e melhor eficiência alimentar. De modo semelhante, Cécere *et al.* (2021) verificaram aumento de ganho de peso e maior concentração sérica de imunoglobulina A (IgA) em cordeiros Lacaune recebendo extrato de própolis (0, 150, 200 e 250 µg de própolis/kg de peso corporal/dia).

Em um estudo mais recente, Kabiloglu; Abas; Kocabaglı (2025) avaliaram os efeitos do extrato etanólico de própolis sobre o desempenho e a resposta imune de cordeiros Trakya Kivircik desmamados. A suplementação diária de 6 mL/animal por 42 dias resultou em maior ganho de peso em comparação ao controle ($P = 0,029$) e melhor conversão alimentar ($P = 0,002$), sem alterar o consumo de matéria seca. Além disso, foi observado maior concentração de IgA e IgM, indício de melhora na eficiência produtiva e no *status* imunológico dos cordeiros.

Diante do exposto, as pesquisas mostram que a suplementação com própolis pode promover melhorias no desempenho de ovinos, embora a intensidade das respostas varie conforme a origem, composição e dose do extrato, bem como o nível de concentrado e a fase fisiológica dos animais.

2.5.2 Características de carcaça

As características quantitativas e morfológicas das carcaças refletem a eficiência produtiva e a direção do metabolismo de nutrientes nos ovinos. Essas respostas são moduladas por fatores intrínsecos (raça, sexo, idade ao abate) e extrínsecos (nível de concentrado, densidade energética e uso de aditivos) (Hossain; Rahman; Hashem, 2023). Em dietas de confinamento com elevado teor de concentrado, aditivos fitogênicos têm sido empregados como alternativa aos ionóforos para modular fermentação ruminal e, potencialmente, influenciar o crescimento tecidual e a deposição lipídica (Wang *et al.*, 2024b).

Os resultados das pesquisas conduzidas por Talib e Saleh (2016) reforçam o potencial da própolis como aditivo nutricional em ovinos. Cordeiros Awassi recebendo 10, 20 ou 30 mL/dia de extrato de própolis apresentaram peso final superior (39,0; 39,7; 41,15 kg) em comparação ao controle (37,40 kg), diferença que se refletiu no aumento dos pesos de carcaça quente e fria, indicando melhora na eficiência biológica.

Embora os efeitos da própolis em ovinos confinados possam variar conforme o tipo, a dose e a duração do fornecimento, evidências recentes indicam que essa resposta não depende necessariamente da relação volumoso:concentrado (v:c) da dieta. Silva *et al.* (2021), ao avaliarem o extrato de própolis vermelha em dois sistemas nutricionais contrastantes (70:30 e 30:70), não observaram interação entre a suplementação e a densidade energética das dietas para ingestão, digestibilidade, parâmetros ruminais ou variáveis bioquímicas ($P > 0,05$). Assim, embora a proporção v:c influencie o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, o efeito da própolis permaneceu constante em ambos os casos. Esses estudos reforçam que o mecanismo de ação da própolis apresenta relativa independência da relação v:c, fundamentando sua aplicabilidade em diferentes estratégias de terminação.

Garcia *et al.* (2023) avaliaram cordeiros confinados recebendo extrato de própolis vermelha em uma dieta com relação volumoso:concentrado de 60:40 e observaram aumento do ganho de peso total, mesmo em um sistema que não empregava alto teor de concentrado. A suplementação promoveu maior desenvolvimento das áreas absorptivas do rúmen e intestino e elevou o índice de glicogênio hepático, indicando melhor aproveitamento energético. Esses efeitos sugerem que o extrato de própolis vermelha pode favorecer o crescimento corporal e, consequentemente, influenciar variáveis associadas ao rendimento de carcaça, sem causar alterações hepáticas.

Comparações diretas entre própolis e ionóforos em ruminantes indicam, em geral, efeitos semelhantes sobre desempenho e carcaça que a densidade energética é mantida, embora a magnitude e a consistência dos efeitos dependam do tipo de própolis, da matriz botânica e da

padronização fenólica. Ítavo *et al.* (2019) compararam o resíduo sólido de própolis marrom (5 e 10 g/kg/MS) à monensina em cordeiros alimentados com dieta 40:60 (v:c) e não observaram diferenças nas características de carcaça, incluindo pesos e rendimentos de carcaça quente e fria, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e proporções de músculo, gordura e osso ($P > 0,005$). Essas respostas demonstram que, sob densidade energética moderada, própolis e ionóforo apresentam efeitos equivalentes sobre a conformação e a composição da carcaça.

2.5.3 Qualidade da carne

A qualidade da carne envolve propriedades tecnológicas como pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção (PPC) e força de cisalhamento, além do perfil de ácidos graxos e da estabilidade oxidativa, os quais influenciam simultaneamente a aceitabilidade sensorial, valor nutricional e vida útil (Lima Júnior *et al.*, 2016).

Em ovinos suplementados com fitogênicos, a própolis tem se destacado pela capacidade de alterar a fermentação ruminal e, consequentemente, o perfil lipídico da carne. A redução da biohidrogenação no rúmen pode elevar a proporção de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, os quais, do ponto de vista da saúde humana, estão associados à redução de LDL (lipoproteína de baixa densidade) e menor risco cardiovascular (Vissers *et al.*, 2018).

Em cordeiros Santa Inês terminados em confinamento, a inclusão de extrato de própolis vermelha promoveu alterações favoráveis na composição lipídica da carne. Segundo (Silva *et al.*, 2024), a suplementação reduziu os teores de ácidos graxos saturados e elevou a fração de monoinsaturados, resultando em menores índices de aterogenicidade e trombogenicidade. Embora a composição química não tenha sido influenciada, observou-se efeito antioxidante significativo sobre a oxidação lipídica e um comportamento quadrático da força de cisalhamento em função dos níveis de própolis.

Apesar da melhora no perfil lipídico, carnes com maior teor de ácidos graxos insaturados são mais susceptíveis à oxidação (Lima Júnior *et al.*, 2013). Nesse contexto, a estabilidade oxidativa torna-se determinante para a vida útil e o valor comercial do produto. Muitos antioxidantes sintéticos utilizados na indústria alimentícia estão associados a potenciais efeitos adversos à saúde (Tiveron *et al.*, 2016). Por esse motivo, cresce o interesse por compostos naturais que sejam capazes de neutralizar radicais livres (Cécere *et al.*, 2021).

Entre as substâncias bioativas presentes na própolis, os compostos fenólicos, por meio de seus grupos lipofílicos, interagem com as moléculas da membrana plasmática das células, estabilizando estruturas celulares. Dentro da classe dos compostos fenólicos, os flavonoides também desempenham um papel importante nesse sentido, pois são eficientes na inibição da formação de malonaldeído (MDA) devido à sua significativa capacidade de interagir com fosfolipídios de membrana e à possibilidade de doar átomos de hidrogênio presentes em seus grupos hidroxila (Vargas-Sánchez *et al.*, 2019). Esse argumento é reforçado por Andrés *et al.* (2014), que relataram redução significativa de MDA em carnes de cordeiros após suplementação com quercetina (2g/kg-1). Esse composto é um dos principais flavonoides encontrados tanto na própolis verde (Opsenica *et al.*, 2016) quanto na própolis vermelha (Paixão *et al.*, 2022).

A análise por TBARS mensura compostos derivados da oxidação lipídica, entre os quais o malonaldeído (MDA) se destaca como marcador predominante. Desse modo, valores mais baixos refletem diretamente menor efeito das reações oxidativas. Nesse contexto, Talib & Saleh (2016) verificaram uma redução significativa nos valores de TBARS, sinalizando menor oxidação lipídica da carne nos grupos que receberam própolis. Embora o trabalho não relate todos os parâmetros tecnológicos da carne, a melhora da estabilidade oxidativa associada à suplementação aponta para benefícios diretos na vida útil dos produtos e na qualidade sensorial da carne ovina.

No estudo de Aguiar *et al.* (2022), que avaliou diferentes doses de extrato de própolis em bovinos, os autores verificaram que os parâmetros do sistema CIELAB, especialmente o valor de a^* , que representa a intensidade do vermelho, foi maior para os grupos que foram suplementados com a própolis ($P = 0,005$). Do ponto de vista comercial, esse resultado é relevante, tendo em vista que carnes com maior intensidade de vermelho tendem a ser percebidas como mais frescas e apresentam maior aceitação pelos consumidores (Tomasevic *et al.*, 2021). Considerando que a estabilidade da oximioglobina e a manutenção da cor são diretamente influenciadas pelo estado oxidativo (Lima Júnior *et al.*, 2016; Pujol *et al.*, 2023), os resultados na espécie bovina sugerem que a própolis pode exercer efeitos semelhantes em ovinos, especialmente em sistemas de terminação com elevado aporte energético.

Recentemente, Seven *et al.* (2025) conduziram um estudo com 36 ovinos machos da raça Akkaraman submetidos a transporte rodoviário antes do abate, com o objetivo de avaliar a ação protetora de uma dose oral de extrato de própolis (75 mg/kg/PV e 150 mg/kg/PV) sobre marcadores de estresse, composição lipídica muscular e parâmetros bioquímicos. Segundo os

autores, embora não tenha tido diferenças estatísticas entre os grupos para o perfil de ácidos graxos e pH do músculo *Longissimus thoracis*, os ovinos que receberam a própolis apresentaram menores concentrações de malonaldeído (MDA) no fígado, bem como alterações favoráveis nos níveis de glutathione e glutathione-peroxidase, implicando em menor estresse oxidativo pós-transporte. Dado que o estresse do manejo pré-abate está bem estabelecido como fator prejudicial à qualidade de carne (Irreño-Barrera *et al.*, 2022), a aplicação da própolis nesse contexto evidencia uma estratégia interessante para a cadeia de ovinos de corte e de outras espécies produtoras de carne.

Diante desses resultados, recomenda-se que futuros ensaios com extratos de própolis verde em ovinos incluam um conjunto mais abrangente de variáveis tecnológicas, incluindo as físico-químicas, estabilidade oxidativa e análise sensorial. Essa abordagem é importante em sistemas baseados em dietas de alto concentrado, nos quais alterações no metabolismo energético e no estresse oxidativo podem influenciar de forma marcante os atributos sensoriais e comerciais da carne. Dessa forma, permanecem, portanto, lacunas importantes sobre a extensão em que os efeitos protetores da própolis verde se traduzem em ganhos diretos na produção e na qualidade da carne ovina.

3. JUSTIFICATIVA

A intensificação dos sistemas de produção de ovinos, especialmente em regime de confinamento com dietas de alto concentrado, tem permitido avanços importantes na eficiência produtiva. No entanto, esse modelo nutricional também impõe desafios relevantes, uma vez que a elevada fermentabilidade das dietas pode comprometer o equilíbrio do ambiente ruminal, favorecer distúrbios metabólicos e reduzir a eficiência de utilização dos nutrientes. Nesse contexto, o uso de aditivos alimentares tornou-se uma estratégia recorrente para modular a fermentação ruminal e melhorar o desempenho dos animais, sendo os ionóforos amplamente empregados para esse fim. Apesar de seus benefícios, o uso contínuo desses compostos tem sido cada vez mais questionado, sobretudo diante das preocupações relacionadas à resistência microbiana, à presença de resíduos em produtos de origem animal e às restrições impostas por mercados consumidores, o que tem estimulado a busca por alternativas naturais, eficazes e seguras.

Entre as alternativas estudadas, a própolis destaca-se por apresentar propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes, atribuídas principalmente à presença de compostos fenólicos e flavonoides. No entanto, sua composição química é fortemente influenciada pela flora de origem, resultando em grande variabilidade entre os diferentes tipos de própolis. No bioma Caatinga, a própolis verde oriunda da *Mimosa tenuiflora* apresenta características singulares e elevado potencial bioativo, ainda pouco explorado na nutrição de ruminantes, apesar de sua ampla disponibilidade regional. Além disso, a escassez de estudos que avaliem, de forma sistemática, a dosagem adequada e os efeitos metabólicos, produtivos e teciduais desse tipo específico de própolis limita sua aplicação prática como alternativa aos ionóforos convencionais.

Diante desse cenário, a presente tese foi estruturada de forma sequencial e integrada, visando avaliar o potencial do extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* como aditivo natural na alimentação de ovinos confinados. Inicialmente, buscou-se definir uma dosagem biologicamente eficaz e segura. A partir dessa definição, os ensaios subsequentes permitiram comparar diretamente o extrato de própolis com a salinomicina quanto aos efeitos sobre o consumo, digestibilidade, balanço hídrico, balanço de nitrogênio, desempenho produtivo, parâmetros bioquímicos, fermentação ruminal, características de carcaça e qualidade da carne.

Além disso, avaliação histomorfométrica e ultraestrutural do rúmen, duodeno, ceco e fígado complementou a interpretação dos resultados, permitindo compreender possíveis adaptações teciduais associadas ao uso do extrato de própolis verde. Dessa forma, espera-se

que os resultados obtidos contribuam para o avanço do conhecimento científico, valorizem um recurso natural endêmico do semiárido brasileiro e ofereçam subsídios técnicos para sistemas de produção ovina mais eficientes, sustentáveis e alinhados às demandas atuais da cadeia produtiva.

4. HIPÓTESES CIENTÍFICAS

I – A suplementação com extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* em dietas de alto concentrado melhora o metabolismo e a utilização dos nutrientes de ovinos de forma dose-dependente, permitindo a identificação de uma dosagem biologicamente eficaz entre os níveis avaliados.

II – A inclusão de 24 mL/dia de extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* não compromete o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e influencia positivamente o balanço de nitrogênio e o balanço de hídrico de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado.

III – A suplementação com 24 mL/dia de extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* apresenta efeitos semelhantes aos da salinomicina (24mg/kg/MS) sobre o consumo, a digestibilidade e os balanços hídrico e nitrogenado.

IV – O extrato de própolis verde (24 mL/dia) incrementa o desempenho produtivo, os parâmetros ruminais e o perfil bioquímico sérico de ovinos confinados, de forma comparável à salinomicina.

V – A suplementação com extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* influencia as características de carcaça e os atributos físico-químicos e sensoriais da carne de ovinos confinados, de forma comparável à salinomicina.

VI – A suplementação com extrato de própolis verde (24 mL/dia) promove adaptações morfofuncionais no trato gastrointestinal e no fígado de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, compatíveis com maior integridade tecidual frente ao desafio nutricional.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial do extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* como aditivo zootécnico na nutrição de ovinos confinados alimentados com dietas de alto concentrado, por meio da caracterização de seus efeitos dose-dependentes sobre o metabolismo e da comparação com a salinomicina quanto às respostas metabólicas, produtivas, teciduais e à qualidade da carne.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I- Determinar a resposta dose-dependente de ovinos confinados à suplementação com extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* (0, 6, 12, 18 e 24 mL), por meio da avaliação do consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, pH ruminal, balanço de nitrogênio e bioquímica sérica.
- II- Identificar a dosagem biologicamente eficaz do extrato de própolis verde, com base nos parâmetros metabólicos e de utilização dos nutrientes, para aplicação nos ensaios subsequentes.
- III- Comparar os efeitos do extrato de própolis verde (24 mL/dia) e da salinomicina (24 mg/kg de MS) sobre o consumo, digestibilidade, balanço hídrico e balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado.
- IV- Caracterizar o impacto dos aditivos sobre o metabolismo ruminal e sistêmico, por meio da avaliação do pH ruminal, nitrogênio amoniacal e do perfil bioquímico sérico e urinário.
- V- Avaliar os efeitos da suplementação com o extrato de própolis verde e salinomicina sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características biométricas e características quantitativas e qualitativas da carcaça.
- VI- Avaliar os efeitos da suplementação com extrato de própolis verde e salinomicina sobre a qualidade da carne, incluindo parâmetros físicos, químicos e atributos sensoriais.
- VII- Investigar as adaptações morfofuncionais de parte do trato gastrointestinal (rúmen, duodeno, ceco) e do fígado de ovinos suplementados com extrato de própolis verde ou salinomicina, por meio de análises histomorfométricas e de microscopia eletrônica de varredura.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. C. *et al.* Effect of dietary addition of phenolic compounds from propolis on growth performance, carcass traits, and meat fatty acid profile of feedlot beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 4, p. 1653–1670, 2022. DOI:10.5433/16790359.2022V43N4P1653.
- AGUIAR, S. C. Própolis na saúde e produção animal: uma revisão. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, v. 26, n. 17, 2025. DOI: 10.1590/1809-6891v26e-82244P.
- AGUIAR, S. C. *et al.* Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. **Animal Feed Science Technology**, v.193, p.148–154, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.04.006>
- AGUIAR, S. C. *et al.* Antimicrobial activity of Brazilian propolis extracts against ruminal bacteria *in vitro*. **World Journal Microbiology Biotechnology**, v.29, p.1951-1959, 2013. DOI: 10.1007/s11274-013-1361-x.
- ALMEIDA-JUNIOR, S. *et al.* Advances in the phytochemical screening and biological potential of propolis. **Fundamental & Clinical Pharmacology**, v. 37, n.5, p. 886-899, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/fcp.12898>.
- ALMUHAYAWI, M. S. Propolis as a new antibacterial agent. **Saudita Journal Biology Science**, v. 27, n.11, p. 3079-3086, 2020. DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.09.016
- ANDRÉS, S. *et al.* Effects of linseed and quercetin added to the diet of fattening lambs on the fatty acid profile and lipid antioxidant status of meat samples. **Meat Science**, v. 97, n. 2, p. 156–163, 2014. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.02.001.
- APIS BRASIL. The main types of propolis in Brazil. Apis Brasil. 2018. Available from: <https://apisbrasil.com.br/post/37/os-principais-tipos-de-propolis-do-brasil>. Accessed: 30 nov. 2023.
- BADAWY, H. S. Effect of propolis as feed additive on the nutritional and productive performance of pregnant ewes and their lambs under Halaib-Shalateen pasture condition. **Journal Animal and Poultry production**, v.12, n.1, p. 19-26, 2021. DOI:10.21608/jappmu.2021.149445
- BANKOVA, V. *et al.* Chemical composition of propolis extract ACF® and activity against herpes simplex virus. **Phytomedicine**, v.21, n.11, p. 1432-1438, 2014. DOI: 10.1016/j.phymed.2014.04.026
- BASTOS, E. M. A. F. *et al.* Physical-chemical indicators and antibacterial activity of brown propolis against *Escherichia coli*. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n.5, p. 255-1259, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000500032>
- BEAUCHEMIN K. A. *et al.* Review: Fifty Years of Research on Rumen Methanogenesis: Lessons Learned and Future Challenges for Mitigation. **Animal**, v.14, n. 2, 2020. DOI:10.1017/S1751731119003100

- BECERRA, T. B. *et al.* Antibacterial effect of Peruvian propolis collected during different seasons on the growth of *Streptococcus mutans*. **The Open Dentistry Journal**, v.13, p. 327-331, 2019. DOI: 10.2174/1874210601913010327.
- BESERRA, F. P. *et al.* Artepillin C as an outstanding phenolic compound of Brazilian green propolis for disease treatment: A review on pharmacological aspects. **Phytotherapy Research**, v. 35, n. 5, p. 2274–2286, 2021. DOI: 10.1002/PTR.
- BHATTI, N. *et al.* A review on dynamic pharmacological potency and multifaceted biological activities of propolis. **Discover Sustainability**, v. 5, n. 1, p. 1–55, 2024. DOI: 10.1007/S43621-024-00375-3.
- BOBIS, O. Plants: Sources of diversity in propolis properties. **Plants**, v. 11, n.17, p. 2298, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11172298>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Regula o registro de estabelecimentos e produtos destinados à alimentação animal, na forma do Anexo desta Instrução Normativa. Brasília, DF, 28 de maio de 2009. Seção 1, p. 1 - 8.
- CARTAXO, F. Q. *et al.* Productivity and economic indicators of lambs from different genetic groups finished on a forage cactus-based diet. **Ciência Animal Brasileira**, v. 26, p. 79907E, 2025. DOI: 10.1590/1809-6891V26E-79907E.
- CÉCERE, B. G. O. *et al.* Addition of propolis to milk improves lactating lamb's growth: Effect on antimicrobial, antioxidant and immune responses in animals. **Small Ruminant Research**, v. 194, p. 106265, 2021. DOI: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2020.106265.
- CHEN, Y. W. *et al.* Antibacterial activity of propolins from Taiwanese green propolis. **Journal Food and Drug Analysis**, v. 26 n. 2, p. 761-768, 2018. DOI: 10.1016/j.jfda.2017.10.002
- COELHO, E. R. *et al.* Phytogetic additive to improve nutrient digestibility, carcass traits e meat quality in sheep finished on range. **Livestock Science**, v. 241, p. 104268, 2020.
- CRUZ, F. B. *et al.* Fatores de heterogeneidade do potencial antioxidante da própolis da abelha *Apis mellifera*: uma revisão. **Infarma, ciências farmacêuticas**, p. 58–85, 2022. Available at: <https://revistas.cff.org.br/infarma/article/view/2994/pdf>. Accessed: 29 Oct. 2025.
- CUAUTLE, A. M. *et al.* Effect of oregan. (*Lipia graveolens*) essential oil as a phytogetic feed additive on productive performance, ruminal fermentation, e antioxidant activity in Lamb meat. **Agriculture**, v. 12, n. 7, p. 973, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12070973>
- DANMAIGORO, A. *et al.* Morphological and physiological features in small ruminants: an adaptation strategy for survival under changing climatic conditions. **International Journal of Biometeorology**, v. 68, n. 8, p. 1497–1505, 2024. DOI: 10.1007/S00484-024-02694-6. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-024-02694-6>. Accessed: 28 Oct. 2025.
- DELLAQUA, J. V. T. *et al.* Impact of combined management strategies of monensin and virginiamycin in high energy diets on ruminal fermentation and nutrients utilization.

Frontiers in Veterinary Science, v. 11, p. 1325198, 2024.

<https://doi.org/10.3389/FVETS.2024.1325198/BIBTEX>. Accessed: 6 Apr. 2025.

DEOLINDO, G. L. *et al.* Adding red propolis to the diet of Lacaune lambs: Effects on animal health, ruminal environment, performance, and meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 240, p. 107379, 2024. DOI: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2024.107379. Accessed: 4 Nov. 2025.

DEZMIREAN, D. S. O. Plant sources responsible for the chemical composition and main bioactive properties of poplar-type propolis. **Plants**, v. 10, n. 22, 2021, DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10010022>

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4583–4592, 2012. DOI: 10.2527/JAS.2011-5018. Accessed: 17 Aug. 2025.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos, 2019. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1112331/1/CNPC2019BoletimCIn8.pdf>

EHTESHAM, S. *et al.* The effects of phenolic compounds in Iranian propolis extracts on in vitro ruminal fermentation, methane production and microbial population. **Iranian Journal of Applied Animal Sciences**, v. 8, n.1, p. 33-41, 2018.

EPC - European Parliament and of the Council (2003). Additives for use in animal nutrition. Regulation nº 1831/2003, Official Journal of the European Union.

EUROPEAN UNION. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/905 of 27 February 2023 supplements Regulation 2019/6 concerning the prohibition on the use of antimicrobial medicinal products in animals or products of animal origin exported from third countries to the Union. Official Journal of the European Union, Brussels, L116, pp. 1-6, 4 May, 2023.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). Drivers, dynamics and epidemiology of antimicrobial resistance in animal production. Available from: <https://rvc-repository.worktribe.com/preview/1398981/10602.pdf>. Accessed Nov. 2022.

FERREIRA, J. M. *et al.* Antioxidant Activity of a Geopropolis from Northeast Brazil: Chemical Characterization and Likely Botanical Origin. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, 2017. Doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4024721>.

FERREIRA, J. M. *et al.* New propolis type from north-east Brazil: chemical composition, antioxidant activity and botanical origin. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 97, n. 11, p. 3552–3558, 2017. DOI: 10.1002/JSFA.8210. Accessed: 28 Oct. 2025.

FERREIRA, J. M.; NEGRI, G. Composição química e atividade biológica das própolis brasileiras: verde e vermelha. **ACTA Apícola Brasilica**, v. 6, n. 1, p. 06-15, 2018.

FERREIRA, L. H. G. *et al.* Potential for using plant extracts as a natural additive to improve egg quality – review. **Brazilian Journal of Animal e Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2024.

FLORES, D. R. M. *et al.* Lambs fed with increasing levels of grape pomace silage: Effects on productive performance, carcass characteristics, and blood parameters. **Livestock Science**, v. 240, n. 11, p. 104169, 2020. DOI:10.1016/j.smallrumres.2020.106234

FU, Y.; HE, Y. *et al.* The Role of Rumen Microbiota and Its Metabolites in Subacute Ruminant Acidosis (SARA)-Induced Inflammatory Diseases of Ruminants. **Microorganisms**, v.10, n.8, p.1495, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081495>.

FUGITA, C. A. *et al.* Effect of the inclusion of natural additives on animal performance and meat quality of crossbred bulls (Angus× Nellore) finished in feedlot. **Animal Production Science**, v. 58, n.11, p. 2076-2083, 2017. DOI:10.1071/AN16242

GARCIA, P. H. M. *et al.* Red propolis extract as a natural ionophore for confined sheep: performance and morphological and histopathological changes. **Tropical animal health and production**, v. 55, n. 6, 2023. DOI: 10.1007/S11250-023-03799-7. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37919613/>. Accessed: 13 Nov. 2025.

GOMES, K. O. *et al.* Chemical characterization and antibacterial activities of Brazilian propolis extracts from *Apis mellifera* bees and stingless bees (*Meliponini*). **PLOS ONE**, v. 19, n. 7, p. e0307289, 2024. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0307289.

GOMES, M. F. F. *et al.* *In vitro* fermentation characteristics of ruminant diets using ethanol extract of brown propolis as a nutritional additive. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n.7, p. 599–605, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000700007>

GOODRICH, R. D. *et al.* Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984. DOI: 10.2527/jas1984.5861484x

GRASSI, G. *et al.* Chemical and Functional Characterization of Propolis Collected from Different Areas of South Italy. **Foods**, v. 12, n. 18, p. 3481, 2023. DOI: 10.3390/FOODS12183481.

GREGÓRIO, O. A. *et al.* Productive and economic efficiency in finishing reproductive cull ewe lambs with high concentrate diets. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 25, p. e20230037, 2024. DOI: 10.1590/S1519-994020230037. Available at: <https://www.scielo.br/rjrbspa/a/8bvr6HSyJWfkRk6CpfGbxgM/?lang=en>. Accessed: 28 Oct. 2025.

GULER, H. İ. *et al.* Targeting CoV-2 spike RBD and ACE-2 interaction with flavonoids of Anatolian propolis by *in silico* and *in vitro* studies in terms of possible COVID-19 therapeutics. **Turkish Journal of Biology**, v. 45, n. 4, p. 530-548, 2021. DOI:10.3906/biy-2104-5.

HEIMBACH, N. D. S. *et al.* Propolis removal residue as an *in vitro* bacterial inhibitor. **Brazilian Journal of Animal Health and Production**, v, 17, n.1, p. 65-72, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000100007>

HUANG, S. *et al.* Recent Advances in the Chemical Composition of Propolis. **Molecules**, v. 19, n. 12, p. 19610–19632, 2014. DOI: 10.3390/MOLECULES191219610. Available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/12/19610/htm>. Accessed: 24 Nov. 2025.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal: resultados preliminares 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/econ.micas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa da Pecuária Municipal: resultados preliminares 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/econ.micas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>

IBRAHIM, A. *et al.* The ionophore resistance genes *narA* and *narB* are geographically widespread and linked to resistance to medically important antibiotics. **mSphere**, v. 10, n. 7, 2025. DOI: 10.1128/MSPHERE.00243-25/FORMAT/EPUB. Available at: [/doi/pdf/10.1128/msphere.00243-25?download=true](https://doi.org/10.1128/msphere.00243-25?download=true). Accessed: 11 Aug. 2025.

IRREÑO-BARRERA, F. J. *et al.* Recent advances in the study of prefaenado stress factors on the quality of beef carne bovina 2C aviar y porcina. **Scientia Agropecuaria**, v. 13, n. 3, p. 249–264, 2022. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2022.023. Accessed: 13 N.v. 2025.

ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. **The Kielan.wski Institute of Animal Physiology and Nutrition**, v. 28, p. 149–158, 2019. DOI: 10.22358/jafs/109284/2019. Available at: <https://doi.org/10.22358/jafs/109284/2019>. Accessed: 16 Nov. 2025.

ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Carcass characteristics, non-components and yield of retail products from lambs in feedlot system receiving diets with propolis or sodic monensin as additive. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 898–905, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000500017>

ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Green propolis extract as additive in the diet for lambs in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1991–1996, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900021>

KABILOGLU, O.; ABAS, I.; KOCABAGLI, N. Effect of propolis extract on performance, health and immune parameters in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 249, p. 107522, 2025. DOI: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2025.107522. Accessed: 4 Nov. 2025.

KHOLIF, A. E. *et al.* Microbial feed additives in ruminant feeding. **AIMS Microbiology**, v. 10, n. 3, p. 542, 2024. DOI: 10.3934/MICROBIOL.2024026. Accessed: 2 Nov. 2025.

KLINKEN, V. *et al.* Understanding Consumers' Purchase Intention Towards Meat Produced Without Preventive Antibiotic Use. **Foods** 2024, v. 13, p. 3779, 2024. DOI: 10.3390/FOODS13233779. Accessed: 2 Nov. 2025.

KRÓLICZEWSKA, B.; PECKA-KIEŁB, E.; BUJOK, J. Strategies used to reduce methane emissions from ruminants: controversies and issues. **Agriculture**, v.13, n.3, p. 602, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030602>.

LAN, W., & YANG, C. Ruminal methane production: Associated microorganisms and the potential of applying hydrogen-utilizing bacteria for mitigation. **Science of the Total**

Environment, v. 654, p. 1270-1283, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.180>.

LIEW, K. Y. *et al.* Anti-Allergic Properties of Propolis: Evidence From Preclinical and Clinical Studies. **Frontiers in Pharmacology**, v. 12, p. 785371, 2022. DOI: 10.3389/FPHAR.2021.785371/FULL. Accessed: 29 Oct. 2025.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, n. 1, p. 3–15, 2016. DOI: 10.17533/UDEA.RCCP.324959. Available at: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324959/20782529>. Accessed: 12 Nov. 2025.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 14–28, 2013. DOI: 10.21708/AVB.2013.7.1.3119. Available at: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/3119>. Accessed: 12 Nov. 2025.

HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, M. M.; HASHEM, M. A. Carcass and meat quality attributes of native sheep in Bangladesh: A review. **Meat Research**, v. 3, n. 2, p. 1–6, 2023. Available at: <https://bmsa.info/meatresearch/home/article/view/58/53>. Accessed: 13 Nov. 2025.

MACHADO, C. S. *et al.* Comparative study of chemical composition and biological activity of yellow, green, brown, and red Brazilian propolis. **Journal Evidence Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2016, p. 6057650, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1155/2016/6057650>

MANDAL, G. P.; ROY, A.; PATRA, A. K. 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 Technology**, v.197, p. 76–84, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.008>

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Effects of Ionophores on Ruminal Function of Beef Cattle. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2871, 2021. DOI: 10.3390/ANI11102871. Accessed: 11 Aug. 2025.

MILLEN, D. D. **Rumenologia: Uma viagem ao fantástico mundo do rúmen**. 2nd ed. São Paulo: [N.p.], 2023. 1–504 p.

MONTEIRO, H. F.; FACIOLA, A. P. Ruminal acidosis, bacterial changes, and lipopolysaccharides. **Journal Animal Science**, v. 98, n. 98, p. 1–9, 2020. DOI:10.1093/jas/skaa248

MORA-LUNA, R. E. *et al.* Spineless Cactus plus Urea and Tifton-85 Hay: Maximizing the Digestible Organic Matter Intake, Ruminal Fermentation and Nitrogen Utilization of Wethers in Semi-Arid Regions. **Animals**, v. 12, n. 3, p. 401, 2022. DOI: 10.3390/ANI12030401. Accessed: 28 Oct. 2025.

MORSY, A. S. *et al.* Bee propolis extract as a phytogetic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. **Animal Feed Science and Technology**, 2021.

- MORSY, A. S. *et al.* Impact of Brazilian red propolis extract on blood metabolites, milk production, and lamb performance of Santa Inês ewes. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n.5, p. 1043–1050, 2016. DOI:10.1007/s11250-016-1054-1
- MORSY, A. S. *et al.* Comparison of the in vitro efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter and mitigating the formation of methane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 199, p. 51-60, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.004>
- MORSY, A. S. *et al.* Effect of Brazilian red propolis administration on hematological, biochemical variables e parasitic response of Santa Inês ewes during e after flushing period. **Tropical Animal Health e Production**, v. 45, p. 1609-1618, 2013. <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0406-3>.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook. **Journal Dairy Science**, v. 90, p. 17–38, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-478>. Accessed: 6 Apr. 2025.
- NASCIMENTO, T. G. *et al.* Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activities of some commercial extract of própolis. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 1, p. 246-254, 2018. DOI: 10.1080/00218839.2017.1412563
- OLIVEIRA, P. P. A. *et al.* **Protocolos de boas práticas para a mitigação de gases do efeito estufa em sistemas de produção de bovinos**. Brasília, DF: Embrapa; Embrapa Pecuária Sudeste, 2025. ISBN 978-65-5467-131-6.
- OPSENICA, D. M. *et al.* Fingerprinting and Pattern Recognition Methods in the Assessment of Authenticity of Poplar-Type Propolis. **Journal of chromatographic science**, v. 54, n. 7, p. 1077–1083, 2016. DOI: 10.1093/CHROMSCI/BMW024. Accessed: 12 Nov. 2025.
- ORTOLANI, E. L. *et al.* Acidoses ruminais em bovinos: uma revisão. **Revista Brasileira de Buiatria**, v. 2, n. 2, p. 1–26, 2021. Accessed: 11 Nov. 2025.
- OSORIO-TERÁN, A. I. *et al.* Role of Calcium Propionate and Monensin on Performance, Rumen Fermentation Patterns, and Ruminal Bacterial Populations in Growing Lambs. **Veterinary Sciences**, v. 12, n. 4, p. 298, 2025. DOI: 10.3390/VETSCI12040298. Accessed: 3 Nov. 2025.
- PAIXÃO, T. R. *et al.* Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. **Tropical animal health and production**, v. 54, n. 6, 2022. DOI: 10.1007/S11250-022-03376-4. Accessed: 4 Apr. 2025.
- PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M. Classification of Brazilian propolis based on its physicochemical characteristics and biological properties. **Sweet Message**, v. 58, p. 2-7, 2000.
- PIERAŃSKI, M. K.; KANIOWSKI, D.; SZWEDA, P. Therapeutic Potential of Propolis in Preclinical Models of Cancer and Infectious Diseases: A Review. **International journal of molecular sciences**, v. 26, n. 16, 2025. DOI: 10.3390/IJMS26168041. Accessed: 29 Oct. 2025.

POBIEGA, K. *et al.* Comparison of the Chemical Composition and Antioxidant Properties of Propolis from Urban Apiaries. **Molecules**, v. 28, n. 18, p. 6744, 2023. DOI: 10.3390/MOLECULES28186744. Accessed: 29 Oct. 2025.

POSSAMAI, M. M. *et al.* Brazilian propolis: a natural product that improved the fungicidal activity by blood phagocytes. **BioMed Research International**, v. 2013, p. 541018, 2013. DOI:10.1155/2013/541018

PRZYBYŁEK, I.; KARPÍŃSKI, T. M. Antibacterial Properties of Propolis. **Molecules**, v. 24, n. 11, p. 2047, 2019. DOI: 10.3390/MOLECULES24112047. Available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/11/2047/htm>. Accessed: 11 Aug. 2025.

PUJOL, A. *et al.* Myoglobin content and oxidative status to understand meat products' color: Phenomenological based model. **Journal of Food Engineering**, v. 348, p. 111439, 2023. DOI: 10.1016/J.JFOODENG.2023.111439. Accessed: 18 Nov. 2025.

RAMOS, J. P. F. *et al.* Characterization of the food base for goats and sheep in Cariri in Paraíba. **Brazilian Agroecology Sustainable Food System**, v.1, n. 4, p. 379-384, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v15i4.7799>

REIS, T. C. *et al.* Antimicrobial activity of propolis from different origins. **Brazilian Journal Natural Science**, v. 4, n.1, p. 630-645, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31415/bjns.v4i1.139>

RODRIGUES, M. S. *et al.* Phytochemical Screening of propolis samples from Northeast Brazil by HPLC: Green, black and red varieties. **Research, Society and Development**, v. 9, n.10, p. 7799108936, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8936>

SAAD, S. *et al.* Potential role of propolis nanoparticles in medicine and health: An updated review. **Advances in animal and Veterinary Sciences**, v.10, n. 3, p. 589-598, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2022/10.3.589.598>.

SABIA, E. *et al.* Effect of slaughter age on the environmental efficiency of beef cattle in marginal area, including soil carbon sequestration: a case study in the Italian alpine area. **Total Environmental Science**, v. 918, p. 170798, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170798>.

SALATINO, A. *et al.* Origem e Variação Química da própolis brasileira. **Complemento Baseado em Evid Med. Med**, v. 2, n.1, p.33-38. DOI: 10.1093/ecam/neh060.

SALMAN, A. K. D.; TEIXEIRA, O. S.; KARVATTE JUNIOR, N. (Orgs.). Sistemas integrados e bem-estar animal no contexto das mudanças climáticas. Brasília, DF: Embrapa, 2025. 159 p.

SANTIAGO, R. F. *et al.* Novel chemical constituents identified by UPLC-QTOF-MS/MS and biological activities attributed to extracts from three species of *Mimosa*. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 88, n. 18, p. 710–726, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287394.2025.2496460>. Accessed: 27 Nov. 2025.

SANTOS, N. W. *et al.* Brazilian propolis extract used as an additive to decrease methane emissions from the rumen microbial population *in vitro*. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n.5, p. 1051-1056, 2016. DOI: 10.1007/s11250-016-1062-1.

SEVEN, Í. *et al.* The protective role of propolis against road transport stress in sheep before slaughter. **Tropical animal health and production**, v. 57, n. 7, 2025. DOI: 10.1007/S11250-025-04581-7. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40781155/>. Accessed: 18 Nov. 2025.

SCALDAFERRI, L. G. *et al.* Forms of microbial resistance and strategies to minimize their occurrence in antimicrobial therapy: Review. **Pubvet**, v. 14, n. 8, p. 1-10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n8a621.1-10>

SILVA, F. A. S. *et al.* **BR- Corte: Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos de Corte**. 4 ed. Viçosa, MG: UFV, 2023. p. 389-430.

SILVA, J. W. D. *et al.* Red propolis extract reduces the lipid oxidation of lamb meat. **Animal Production Science**, v. 64, n. 7, 2024. DOI: 10.1071/AN23013/77978. Available at: <https://dx.doi.org/10.1071/AN23013>. Accessed: 12 Nov. 2025.

SILVA, N. I. S. *et al.* Green propolis extract derived from *Mimosa tenuiflora* as an additive in the diet of sheep. **Tropical animal health and production**, v. 57, n. 67, p. 1, 2025. <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04301-1>.

SILVA, Y. A. *et al.* Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 5, p. 472-, 22, 2021. DOI: 10.1007/S11250-021-02907-9.

SILVA, J. A. *et al.* Dietary addition of crude form or ethanol extract of brown propolis as nutritional additive on behaviour, productive performance and carcass traits of lambs in feedlot. **Journal Animal Feed Science**, v. 28, n. 1, p. 31-40, 2019. DOI: 10.22358/jafs/105442/2019

SILVA, R. P. D. *et al.* Antioxidant, antimicrobial, antiparasitic, and cytotoxic properties of various Brazilian propolis extracts. **PLoS ONE**, v. 12, n. 3, p. e0172585, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172585>

SILVA, J. A. *et al.* Effects of dietary brown propolis on nutrient intake and digestibility in feedlot lambs. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 7, p. 376-381, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982014000700006>

SILVA, F. S. A. *et al.* Aditivos para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C. (ED.) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR- CORTE**. E ed. Viçosa, MG, 2023, p. 389-430 Doi: 10.26626/978-85-8179-192-0.2023.C016.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. Animal production systems and agribusiness The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Animal production systems and agribusiness**, v. 50, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189. Available at: www.rbz.org.br. Accessed: 6 Apr. 2025.

SILVEIRA, M. A. D. *et al.* Standardized Brazilian green propolis extract (EPP-AF®) in COVID-19 outcomes: a randomized double-blind placebo-controlled trial. **Scientific reports**, v.13, n.1, p. 18405, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43764-w>.

SHEDEED, H. A. *et al.* Propolis supplementation improved productivity, oxidative status, and immune response of Barki ewes and lambs. **Veterinary World**, v.12, n. 6, p. 834-843, 2019. DOI: 10.14202/vetworld.2019.834-843

SOLTAN, Y. A.; PATRA, A. K. Bee propolis as a natural feed additive: Bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. **Indian Journal of Animal Health**, v. 59, n. 2, p. 50–61, 1 Dec. 2020. <https://doi.org/10.36062/ijah.59.2spl.2020.50-61>.

SOLTAN, Y. A. *et al.* Propolis as a natural feed additive in ruminant diets; can propolis affect the ruminants performance?: A review. **Egyptian Journal of Nutrition and Health**, v. 19, n.1, p. 73-79, 2016.

SOUSA, A. R. S. *et al.* Towards a new pharmacology and therapeutic understanding of Brazilian propolis: a meta-analytical approach. **Pharmacognosy**, v. 14, n. 27, p. 1-7, 2020. DOI: 10.5530/phrev.2020.1.1

SOUZA, N. A. C. *et al.* Seasonal Effect on the Chemical Composition of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir Stem Bark from the Semi-Arid Region of Pernambuco, Brazil. **Chemistry & Biodiversity**, e02234, p. 2-8, 2025.

SVETIKIENE, D. *et al.* The Comparative Study of the Antioxidant and Antibacterial Effects of Propolis Extracts in Veterinary Medicine. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 8, p. 375, 2024. DOI: 10.3390/VETSCI11080375. Available at: <https://www.mdpi.com/2306-7381/11/8/375/htm>. Accessed: 29 Oct. 2025.

TALIB, S.; SALEH, H. Effect of different doses of propolis on growth performance some carcass characteristics and lipid oxidation stability of Awassi lambs. **Phytopathogenic Fungi**, v. 2, n. 9, p. 62–71, 2016. Accessed: 16 Nov. 2025.

TANG, K. L. *et al.* Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. **The Lancet Planetary Health**, v. 1, n. 8, p. 316-327, 2017. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30141-9

TIVERON, A. P. *et al.* Chemical characterization and antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of South Brazilian organic propolis. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165588>.

TOMASEVIC, I. *et al.* Recent advances in meat color research. **Current Opinion in Food Science**, v. 41, p. 81–87, 2021. DOI: 10.1016/J.COFS.2021.02.012. Accessed: 18 Nov. 2025.

TORRES, R. N. S.; *et al.* Meta-analysis of the effects of essential oil as an alternative to monensin in diets for beef cattle. **The Veterinary Journal**, v. 272, p. 105659, 2021. DOI: 10.1016/j.tvjl.2021.105659

TUNÇ, A. *et al.* Effect of propolis supplementation on haematological e parâmetros bioquímicos em cordeiros. **South African Journal of Animal Science**, v. 55, n. 9, p. 456–466, 2025. DOI: 10.17159/sajas.v55i9.03. Available at: <https://www.sajas.co.za/article/view/23875>. Accessed: 20 Nov. 2025.

VALERO, M. V. *et al.* Propolis extract in the diet of crossbred bulls ($\frac{1}{2}$ 888 Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nellore) finished in feedlot: animal performance, feed efficiency and carcass traits. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 067-1078, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p1067

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, USA, Cornell University Press, 2nd ed., 476 pp. 1994.

VARGAS-SÁNCHEZ, R. D. A. *et al.* Propolis Extract as Antioxidant to Improve Oxidative Stability of Fresh Patties during Refrigerated Storage. **Foods**, v. 8, n. 12, 2019. DOI: 10.3390/FOODS8120614. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31771302/>. Accessed: 12 Nov. 2025.

VISSERS, L. E. T. *et al.* Fatty acids from dairy and meat and their association with risk of coronary heart disease. **European Journal of Nutrition**, v. 58, n. 7, p. 2639–2647, 2018. DOI: 10.1007/S00394-018-1811-1. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-018-1811-1>. Accessed: 12 Nov. 2025.

WANG, J. *et al.* Phytogetic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. **Animal Nutrition**, v. 17, p. 244–264, 2024. DOI: 10.1016/J.ANINU.2024.01.012. Accessed: 24 Nov. 2025.

WOLSKA, K. *et al.* Immunomodulatory effects of propolis and its components on basic immune cell functions. **Indian Journal Pharmaceutical Science**, v. 81, n.4, p. 575-588, 2019. DOI: 10.36468/ciências-farmacêuticas.548

YASAR, M. *et al.* Effects of propolis in an experimental rat model of allergic rhinitis. **Am. J. Otolaryngol**, v. 37, n.4, p. 287-293, 2016. DOI: 10.1016/j.amjoto.2016.03.007

ZULHENDRI, F. *et al.* Recent Update on the Anti-Inflammatory Activities of Propolis. **Molecules**, v. 27, p. 8473, 2022. DOI: 10.3390/MOLECULES27238473. Available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/23/8473/htm>. Accessed: 2 Nov. 2025.

**CAPÍTULO 2 – GREEN PROPOLIS EXTRACT DERIVED FROM *Mimosa tenuiflora*
AS AN ADDITIVE IN THE DIET OF SHEEP**

ARTIGO EXPERIMENTAL 1

PUBLICADO NA REVISTA TROPICAL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION

Qualis 2021 - 2024: A2 (Zootecnia / Recursos Pesqueiros)

Fator de impacto: 1,7

Data da submissão: 30/08/2024

Data da publicação: 31/01/2025

Green Propolis extract derived from *Mimosa tenuiflora* as an additive in the diet of sheep

Natalia Ingrid Souto da Silva¹, Thiago Luís Alves Campos de Araújo¹, Salenilda Soares Firmino¹, Mateus Rodrigues Oliveira¹, Barbara Pinheiro de Sousa¹, Raiane Mikaeli Nunes da Costa¹, Michelly Fernandes Macedo², Ana Cecília Dantas Mendes², Marília Williane Filgueira Pereira¹, José Gustavo Lima de Almeida³, Patrícia de Oliveira Lima¹, Dorgival Moraes de Lima Júnior¹.

¹Animal Nutrition Laboratory, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró, RN, Brazil.

²Clinical Pathology Laboratory, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró, RN, Brazil.

³Postharvest laboratory, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró, RN, Brazil.

Corresponding author: Dorgival Moraes de Lima Júnior Laboratory of Nutrição animal, Federal Rural University of Semi-Arid, Av. Francisco Mota, 572, Mossoró, RN, 59625-900, Brazil. E-mail: dorgival.junior@ufersa.edu.br

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) do extrato de própolis verde (EPV) sobre o consumo, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, balanço hídrico, parâmetros ruminais, hematologia, bioquímica sérica e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com elevados níveis de concentrado. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg. As doses crescentes de EPV não modificaram ($P>0,05$) o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra insolúvel em detergente neutro dos carneiros. O tempo de alimentação, ruminação e ócio não foram afetados ($P>0,05$) pelo aumento do EPV ofertado aos carneiros. Os valores de pH ($6,14 \pm 0,25$) e nitrogênio amoniacal ruminal (8,27 mg/dl) também não foram influenciados ($P>0,05$) pelas doses crescentes de EPV. A água absorvida e o nitrogênio retido pelos carneiros também não foram influenciados ($P>0,05$) pelo aumento do EPV ofertado aos carneiros. A bioquímica sérica não foi influenciada ($P>0,05$) pela oferta de EPV, mas os eosinófilos e monócitos foram alterados ($P<0,05$) pela oferta de EPV aos cordeiros. A oferta de até 24 ml/dia de EPV não interfere no consumo, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, balanço hídrico e balanço de nitrogênio de ovinos, mas influencia na resposta imunológica e na atividade hepática dos animais.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico, Própolis de *Apis mellífera*, *Mimosa tenuiflora*

Abstract: The objective was to evaluate the effect of increasing doses (0, 6, 12, 18 and 24 mL/day) of green propolis extract (GPE) on consumption, apparent digestibility, ingestive behaviour, water balance, ruminal parameters, haematology, serum biochemistry and nitrogen balance in sheep fed high levels of concentrate. Five castrated male sheep, ½ Dorper x ½ Santa Inês, with an average age of 26 months and weight of 47.94 ± 4.73 kg, were used. Increasing doses of EPV did not influence ($P>0.05$) the consumption and apparent digestibility of dry matter, crude protein, and neutral detergent fibre in the sheep. Feeding time, rumination and idle time were not influenced ($P>0.05$) by the increase in EPV offered to the sheep. The pH values (6.14 ± 0.25) and ruminal ammoniacal nitrogen (8.27 mg/dl) were also not influenced ($P>0.05$) by the increasing doses of EPV. The water absorbed and nitrogen retained by the sheep were also not influenced ($P>0.05$) by the increase in EPV offered to the sheep. Serum biochemistry was not influenced ($P>0.05$) by EPV supplementation, but eosinophils and monocytes were altered ($P<0.05$) by EPV supplementation in lambs. The supply of up to 24 mL/day of EPV does not interfere with consumption, apparent digestibility, ingestive behaviour, water balance and nitrogen balance in sheep, but influences the immune response and liver activity of the animals.

Keywords: *Apis mellifera*; *Mimosa tenuiflora*; phytogenic additive; propolis.

1. Introdução

A intensificação na produção de carne ovina é dependente, entre outros fatores, do aumento no aporte nutricional dos cordeiros (Van Der Merwe *et al.*, 2020). A terminação em confinamento eleva o fluxo de nutrientes e melhoram a performance dos cordeiros, além disso, tende a produzir carcaças de melhor qualidade (Brito *et al.*, 2016; Gallo *et al.*, 2019; Jiménez *et al.*, 2019). No entanto, o uso de elevados níveis de concentrado, na terminação em confinamento, têm sido associado com alguns problemas metabólicos (i.e., acidose, abscesso hepático, laminite etc.) que podem comprometer a produção de cordeiros em confinamento (Asín *et al.*, 2021).

Normalmente, níveis elevados de amido no rúmen estão associados com alterações bruscas do pH ruminal, levando a disbiose microbiana e uma série de outras reações em cascata que culminam com problemas metabólicos nos animais (Seddik *et al.*, 2019; Xu *et al.*, 2019). Nesse contexto, o uso de antimicrobianos na dieta dos animais, como antibióticos e anticoccidianos, controlam o crescimento de alguns grupos microbianos no rúmen, reduzindo as taxas de fermentação ou alternado rotas de fermentação (Polizel *et al.*, 2021; Miszura *et al.*, 2023). Não obstante, o uso de antimicrobianos vêm sendo associado com resistência microbiana e resíduos nos produtos de origem animal e, no contexto de saúde única, seu uso vem sendo fortemente desestimulado (Cameron e McAllister, 2016; Kasimanickam *et al.*, 2021). Por outro lado, produtos fitogênicos, ricos em substâncias com capacidade antimicrobiana (i.e. taninos, isoflavonóides, terpenos, chalconas etc.) vem recebendo cada vez mais atenção nas pesquisas (Singh e Gaikwad, 2020; Kholif e Olafadehan, 2021).

A própolis é uma resina produzida por abelhas, a partir da coleta de exsudados de diferentes partes das plantas, rica em substâncias antimicrobianas (Zulhendri *et al.*, 2021). Além da atividade bioativa, as características físico-químicas da própolis também variam com a origem botânica (Tomazzoli *et al.*, 2020; Sartori *et al.*, 2021). Quando testada *in vitro*, o extrato de própolis demonstrou eficácia em controlar cepas microbianas indutoras de acidose ruminal (Aguiar *et al.*, 2014; Morsy *et al.*, 2015). Em ovinos consumindo elevados níveis de concentrado, Silva *et al.* (2021) mostraram que 15 ml/dia de extrato de própolis vermelha manteve o pH ruminal mais elevado estável. Enquanto Paixão *et al.* (2021) reportaram efeitos das doses crescentes de extrato de própolis vermelha sobre o consumo, digestibilidade aparente e bioquímica sérica de cordeiros confinados. Recentemente, foi descrito um novo tipo de própolis verde, com origem botânica nos brotos da *Mimosa tenuiflora*, leguminosa que se distribui do sul da América do norte até o sul do Brasil (Ferreira *et al.*, 2017a). São escassos

estudos testando o extrato de própolis verde (EPV) oriundo da *M. tenuiflora* na dieta de ovinos, sobretudo quando alimentados com altos níveis de concentrado.

Nossa hipótese foi que o extrato de própolis pode melhorar o metabolismo dos nutrientes em ovinos alimentados com altos níveis de concentrado. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) do EPV sobre o consumo, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, balanço hídrico, parâmetros ruminais, hematologia, bioquímica sérica e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com elevados níveis de concentrado.

2. Material e métodos

2.1 Localização do experimento

Todos os procedimentos experimentais realizados aqui estão de acordo com as normas nacionais de bem-estar animal conforme Parecer 23/2021 do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi Árido (UFERSA), Mossoró, Rio Gree do Norte, Brasil, coordenadas geográficas Latitude: 5° 11' 17" Sul e Longitude: 37° 20' 39" Oeste. A classificação climática Köppen da região é do tipo BSw^h'. A temperatura média durante o experimento foi 27,8 °C.

2.2 Animais e tratamentos testados

Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso 47,94 ± 4,73 kg. Antes do experimento, os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas (Ripercol® L, Zoetis, USA) e alojados em gaiolas de metabolismo provida de comedouro, bebedouro e dispositivos para coleta de fezes e urina, separadamente. As gaiolas de metabolismo foram instaladas em um galpão coberto com telha de barro, pé direito de 3,5 m, piso de concreto e provido de iluminação artificial durante a noite.

Antes do período experimental os animais foram adaptados à dieta de alto concentrado por meio do aumento gradativo de 20%, a cada oito dias, da proporção de concentrado na dieta total, partindo da relação volumoso:concentrado 80:20 até chegar na relação 20:80. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados e avaliação de parâmetros. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de extrato de própolis verde, e foram distribuídos aleatoriamente aos cinco animais, em cada período.

2.3 Coleta da própolis e obtenção do extrato

A própolis verde utilizada foi proveniente de colmeias de abelhas *Apis mellifera* que propolizavam em um sub-bosque de Caatinga composto por Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) no município de Limoeiro do Norte/CE, com coordenadas geográficas 5° 8' 56" Sul, 38° 5' 52" Oeste. Após adquirida, toda a própolis foi homogeneizada, congelada e triturada, conforme ilustrado no passo a passo apresentado na figura 1. O extrato de própolis foi obtido conforme metodologia de Stradiotti Júnior *et al.* (2004).

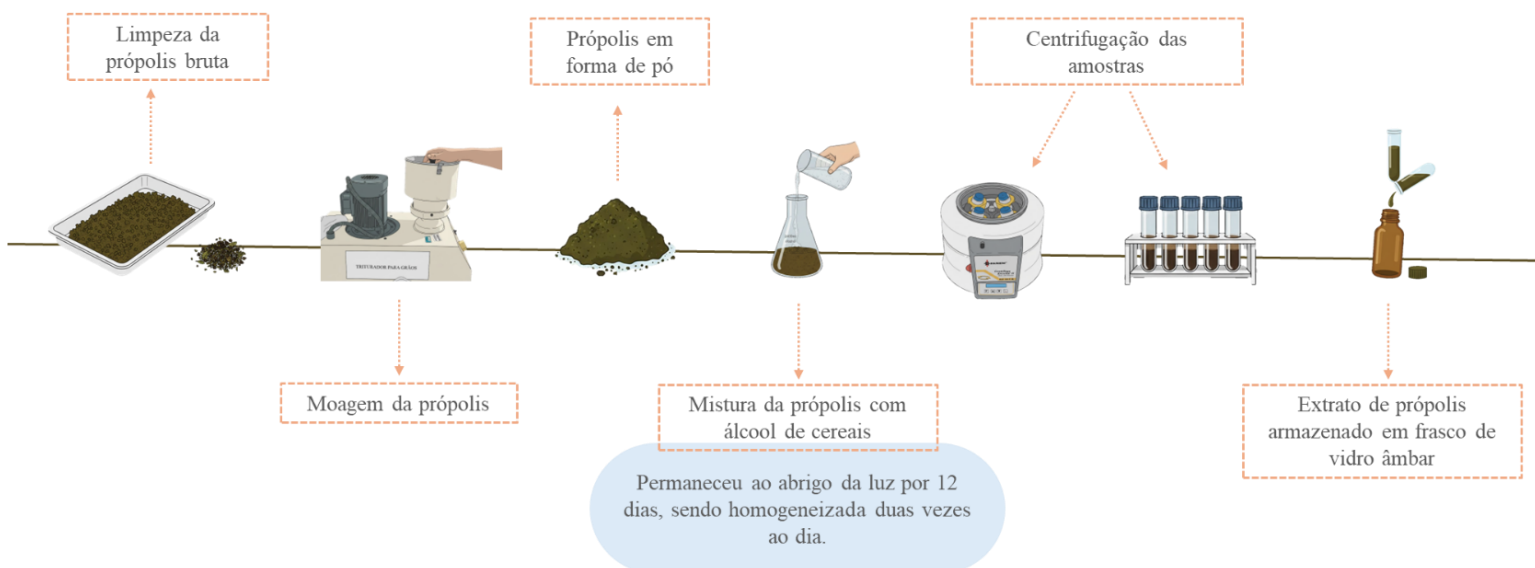


Figura 1 – Representação esquemática das etapas de obtenção do extrato hidroalcoólico de própolis verde (EPV) derivado da *Mimosa tenuiflora* utilizado no ensaio experimental.

2.4 Consumo e digestibilidade dos nutrientes

As rações foram calculadas para atender o ganho de peso de 200g/dia (NRC, 2007). A relação de volumoso:concentrado da dieta foi 20:80, e os tratamentos consistindo nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de extrato de própolis verde. O concentrado foi composto de milho grão triturado, farelo de soja, farelo de trigo, núcleo mineral, calcário calcítico e sal marinho (NaCl) (Tabela 1). O feno de Tifton 85 foi adquirido em fardos de 15-18kg, triturado em máquina forrageira, com ajuste para produzir partículas de 30mm, colocado em sacos plásticos e armazenado em local seco até a oferta aos ovinos.

Tabela 1 – Composição percentual e química do concentrado e composição química do volumoso utilizado na dieta experimental

	Concentrado
Milho grão (%)	73.12
Farelo de trigo (%)	15.25
Farelo de soja (%)	9.10
Sal marinho (%)	1.00
Núcleo mineral* (%)	1.00
Calcário calcítico (%)	0.50
<i>Composição química (g/kg)</i>	
Feno de Tifton 85	
(Cynodon spp.)	
Matéria seca	917.4

Matéria orgânica	930.6	832.3
Proteína bruta	95.1	123.5
Extrato etéreo	17.7	44.5
FDNcp ¹	685.4	104.8
FDA ²	335.0	33.9
LDA ³	33.2	7.4
CNF ⁴	107.0	671.0

*Níveis de garantia: Cálcio 120g; Fósforo 87g; Sódio 147g; Enxofre 18g; Cobalto 40mg; Cobre 590mg; Iodo 80mg; Cromo 20 mg; Manganês 1300mg; Selênio 15mg; Zinco 3800mg; Ferro 1800mg; Molibdênio 10 mg; Flúor (max) 870mg. ¹Fibra detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ²Fibra em detergente ácido; ³Lignina detergente ácido; ⁴Carboidratos não fibrosos;

A oferta diária de alimentos foi dividida em duas refeições, às 8h:00min e às 16h:00min, na forma de ração totalmente misturada. Foi preconizada, para fins de consumo voluntário, uma sobra de 10% da oferta do dia anterior.

A administração do extrato de própolis ocorria por via oral com auxílio de um vacinador automático de 50 mL com bico (Modelo 91, Walmur®, Brazil). A dosagem total do extrato de própolis era ofertada em duas vezes, metade da dose às 8:00 horas da manhã e metade às 16:00 horas, imediatamente após o fornecimento da dieta. Aos animais que não recebiam extrato de própolis era ofertado 15 mL de água via oral.

Nos cinco dias destinados à coleta de dados, foram coletadas, diariamente, amostras da dieta ofertada, das sobras, das fezes e da urina, para determinação do consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio. Para a determinação dos parâmetros metabólicos, foram coletadas amostras de sangue (4º dia de cada período de coletas) e líquido ruminal (5º dia de cada período de coletas).

As quantidades da dieta oferecida e de sobras foram registradas diariamente, para estimativa do consumo. Assim, o consumo de nutrientes foi determinado pela diferença na composição química entre as amostras de ração ofertada e das sobras coletadas. As amostras do alimento ofertado e das sobras foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos e congeladas à -15°C até o momento da análise. A digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinada pelo método de coleta total de fezes. As fezes produzidas pelos animais foram coletadas em bandejas plásticas adaptadas à gaiola de metabolismo. A pesagem do conteúdo das bandejas coletoras de fezes era realizada a cada 24 horas, sempre às 7h:00min, seguido da homogeneização e amostragem de 10% do peso total das fezes excretadas. As amostras foram borrifadas com solução de ácido sulfúrico (1:1), colocadas em sacos plásticos e armazenados sob congelamento à -15°C até o momento da análise.

2.5 Análise do teor de fenóis totais e flavonoides do extrato de própolis verde

Os fenóis totais foram determinados conforme a metodologia de Meda *et al.* (2005), através do uso do reagente Folin-Ciocalteu. A partir do extrato hidroalcoólico (de primeira extração) de própolis verde (20 ppm), retiraram-se alíquotas de 0,5 mL, adicionou-se 2,5mL do reagente Folin-Ciocalteu (0,2N) em tubo de ensaio, após 5 minutos, colocou-se 2 mL de carbonato de sódio (75 g/L) e em seguida mantido em repouso por 2 h ao abrigo da luz. A absorbância foi medida em espectrofotometria Gehaka modelo UV-340G a 760nm, utilizeo branco metanol. Os resultados obtidos foram extrapolados em curva de calibração obtida com padrão ácido gálico (20 a 200 ppm), e expressos em gramas equivalente ácido gálico (EAG)/100 mL de extrato.

Para a determinação dos flavonóides totais seguiu-se metodologia descrita na literatura (Meda *et al.*, 2005), com adaptações. Alíquota de 5,0 mL do extrato (20 ppm) foi misturada com 5 mL de cloreto de alumínio (2%), em tubo de ensaio. Após 10 minutos, a absorbância foi lida com o espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 415 nm, utilizado como branco a amostra com metanol sem AlCl₃ para cada amostra. Uma curva de quercetina (5 a 50 mg/L) foi usada como padrão. O conteúdo de flavonóides foi expresso em gramas de equivalente quercetina (EQ)/100 mL de extrato.

2.6 Avaliação da composição química

As amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram descongeladas por 24h em geladeira (4°C), homogeneizadas, pré-secas em estufas de ventilação forçada de ar (Modelo TE-394/2-MP, Tecnal®, Brazil), com temperatura controlada a 55°C, por um período de 72 horas. Após a pré-secagem, todo o material foi moído em moinho de faca (Modelo R-TE-680, Tecnal®, Brazil) com peneira de crivos de 1 mm e acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados para posterior realização das análises da composição química.

As amostras foram analisadas quanto a seus constituintes químicos pelos métodos descritos na AOAC (2000) para: matéria seca (MS) (Método nº 934.01), cinzas (MM) (método nº 942.05), proteína bruta (PB) (método nº 981.10), extrato etéreo (EE) (método nº 920.39), bem como as análises de Fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra insolúvel em detergente ácido, conforme metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991) com adaptações de Mertens (2002) e Licitra *et al.* (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo Detmann e Valadares Filho (2010). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados segundo a equação descritas por Weiss *et al.* (1992).

2.7 Comportamento ingestivo

No primeiro dia de cada período de coleta, foi realizado o comportamento ingestivo, para determinação das variáveis comportamentais (ócio, ruminando, comendo). Os carneiros foram observados, por varredura instantânea, presencialmente por um avaliador treinado durante 24 horas (iniciado 6h:00min de um dia e finalizado 6h:00min do dia seguinte), em intervalos de 5 minutos, segundo metodologia descrita por Martin e Bateson (1986). Simultaneamente, as observações das variáveis comportamentais, foram feitas por meio de observação direta o número de mastigações por bolo ruminado (n° /bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo (seg/bolo), com utilização de um cronômetro digital. Foram feitas as observações de três bolos ruminais, por animal, em três períodos distintos do dia (entre as 10h:00min-12h:00min, 14h:00min-16h:00min e 18h:00min-20h:00min). As eficiências de alimentação e ruminação, em matéria seca (kg)/hora e fibra insolúvel em detergente neutro (kg)/hora, foi calculada dividindo-se o consumo (kg) pelo tempo total despendido nas atividades de alimentação e/ou ruminação (min), durante 24h, respectivamente (Polli *et al.*, 1996; Bürger *et al.*, 2000).

2.8 Coleta de líquido ruminal, pH e nitrogênio amoniacal

Para determinação do pH e nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), o líquido ruminal foi coletado no quinto dia de coleta de cada período experimental. As amostras de líquido ruminal, aproximadamente 100 mL, foram obtidas por meio de sonda esofágica três horas após a alimentação matinal. A sonda esofágica era acoplada a uma bomba à vácuo (Modelo 131, Prismatec®, Brasil). O material sugado pela sonda foi filtrado em gaze dupla de algodão, após a filtragem, o pH foi imediatamente determinado por meio de um potenciômetro digital (Modelo PG1800, Gehaka®, Brazil). Aliquotas de 50 mL de fluido foram armazenadas em potes de polietileno (80 mL) contendo 1 mL de ácido sulfúrico (1:1) e congelados à $-15^\circ C$ para posterior determinação da concentração de ($N-NH_3$) realizada pela metodologia de Detmann *et al.* (2012). A circunferência abdominal foi realizada com auxílio de uma fita métrica 45 minutos após a oferta da refeição da manhã.

2.9 Coleta de sangue e bioquímica sérica

A coleta de sangue dos animais foi realizada por punção da veia jugular, no 4º dia de coleta, de cada período, quatro horas após a alimentação da manhã, por meio de tubos Vacutainer. Os tubos destinados a contagem de leucócitos continham anticoagulante (EDTA) e o destinado a bioquímica sérica não possuía anticoagulante.

As técnicas utilizadas no hemograma seguiram as recomendações de Jain (1993). A solução Turk (diluição 1:20) foi utilizada para contagem total de leucócitos em um hemocítmetro. As amostras sem anticoagulante foram centrifugadas (Modelo SH120, Global®, Brazil) a 5.000 rpm por 15 minutos, identificadas e armazenadas em minitubos Eppendorf e, em seguida, congelados em freezer à -15°C. Posteriormente, os minitubos contendo as amostras foram descongelados à temperatura ambiente e analisados para determinação das concentrações de ureia, creatinina, proteínas totais, aspartato transaminase (AST), alanina transaminase (ALT), gama-glutamil transaminase (GGT) e triglicerídeos, utilizando-se kits comerciais (Kit comerciais, Labtest®, Brazil), com auxílio de um analisador bioquímico semiautomático (Modelo LB-B200, Bioplus, Brazil), conforme indicados pelo fabricante.

2.10 Balanço hídrico

Durante os cinco dias de coleta de cada período, o consumo de água total foi determinado pela quantificação da água via bebida e água via alimento. A água foi oferecida em baldes de polietileno de 15 litros oferecido na gaiola de metabolismo. O consumo de água via bebida foi determinado por meio de pesagem diária, registrando-se a diferença entre o peso da água oferecida e o peso da sobra no balde. As perdas de água por evaporação foram registradas a partir de dois baldes com água, colocados estrategicamente na instalação, os quais foram pesados. Os dados de evaporação foram utilizados para correção do consumo da água. O consumo de água oriunda da alimentação foi obtido por meio da determinação do teor de umidade dos alimentos e das sobras. A água total excretada foi estimada por meio da soma do volume de água excretada nas fezes e na urina.

2.11 Balanço de nitrogênio

Durante todo o período de coleta, a urina dos animais foi coletada em bandejas plásticas acopladas às gaiolas de metabolismo. Para evitar evaporação do nitrogênio, 20 mL de ácido sulfúrico (1:1) era adicionado às bandejas. Diariamente, toda a urina era pesada e uma amostra de 10% do volume total era coletada, filtrada em gaze, acondicionada em garrafas de polietileno e congeladas à -15°C até a análise. Uma alíquota da urina foi utilizada para determinar o nitrogênio total (AOAC, 2000; método nº 981.10). O nitrogênio absorvido (g/dia) foi obtido pela diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado nas fezes, enquanto a retenção de nitrogênio foi obtida pelo nitrogênio consumido (g/dia) - nitrogênio excretado nas fezes - nitrogênio excretado na urina (g/dia).

2.12 Análise estatística

Para as análises estatísticas as médias foram obtidas através da função LSMEANS do SAS, sendo o efeito de tratamento desdobrado em seus componentes linear e quadrático por meio de contrastes ortogonais polinomiais. Efeitos foram considerados significativos quando $P < 0,05$. As variáveis dependentes foram analisadas como um delineamento quadrado latino 5 x 5, utilizando-se o recurso PROC MIXED no software SAS 13 (versão 9.2), adotando 5% como o nível de probabilidade para erro de tipo I, conforme representado no seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu_{ijk} + T_i + P_j + A_k + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = é uma variável de resposta dependente contínua;

μ_{ijk} = é a média geral;

T_i = é o efeito fixo do tratamento ($j = 0\%, 5\%, 10\%, 15\%, 20\%$)

P_j = é o efeito do período

A_k = é o efeito aleatório do animal dentro do tratamento

e_{ijkl} = é o erro residual

A comparação entre a dieta controle (0 ml/dia de EPV) com as dietas dos diferentes níveis (6 ml/dia, 12 ml/dia, 18 ml/dia e 24 ml/dia de EPV), foi realizada pelo teste de Dunnett, adotando-se o nível de ($P < 0,05$) de probabilidade. Utilizou-se o software estatístico SAS.

3. Resultados

O extrato de própolis verde (EPV) testado possui 8,04 gramas de fenóis totais (equivalente ácido gálico)/100 ml e 3,49 gramas de flavonoides (equivalente quercetina) /100 ml.

A oferta do EPV aos ovinos não influenciou ($P>0,05$) os consumos e digestibilidades aparente da MS, MO, PB, FDN e CNF (Tabela 2). Também não observamos efeito da oferta de EPV sobre os teores de nutrientes digestíveis totais e energia metabolizável da dieta para ovinos.

Tabela 2 – Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
<i>Consumo (kg/d)</i>								
Matéria seca	1,13	1,09	1,16	1,13	1,06	0,0795	0,5604	0,3658
Matéria orgânica	0,95	0,91	0,98	0,95	0,89	0,0685	0,5550	0,3309
Proteína bruta	0,13	0,13	0,14	0,14	0,13	0,0095	0,8983	0,2482
Extrato etéreo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,0036	0,7611	0,4456
FDNcp ³	0,23	0,22	0,23	0,23	0,22	0,0202	0,7674	0,6535
CNF ⁴	0,53	0,50	0,57	0,53	0,49	0,0429	0,5268	0,2922
<i>Digestibilidade aparente (%)</i>								
Matéria seca	78,71	77,66	77,14	77,26	77,56	1,7046	0,4161	0,3999
Matéria orgânica	79,61	78,68	78,18	78,45	78,87	1,5168	0,5936	0,3615
Proteína bruta	74,85	71,98	72,99	72,95	73,05	1,6318	0,4356	0,2281
Extrato etéreo	85,09	84,52	84,47	83,67	84,18	1,8249	0,5201	0,7715
FDNcp ³	61,35	58,69	57,66	62,04	60,19	3,4675	0,8970	0,4507
CNF ⁴	86,26	86,89	85,21	84,46	86,06	2,3802	0,5766	0,6337
NDT ⁵	79,40	75,40	80,80	78,80	73,80	4,9221	0,3459	0,3374
EM ⁶ (Mcal/kg MS)	2,87	2,72	2,91	2,84	2,66	176,97	0,3181	0,3857

¹EPM: Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para contrastes de ordem linear e quadrática; ³Fibra detergente neutro; ⁴Carboidratos não fibrosos; ⁵Nutrientes digestíveis totais; ⁶Energia metabolizável.

Os tempos despendidos para ingestão, ruminação e ócio dos carneiros não foram influenciados ($P>0,05$) pela oferta crescente do EPV. Além disso, não houve efeito da oferta de EPV ($P>0,05$) sobre o número de bolos ruminados, tempo de mastigação por bolo e eficiências de alimentação e ruminação dos ovinos (Tabela 3).

Tabela 3 – Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
Alimentação (min/dia)	181	178	188	193	181	18,9967	0,7959	0,7377
Ruminação (min/dia)	290	337	333	313	284	31,0160	0,6832	0,1207
Ócio (min/dia)	875	895	921	904	927	38,2781	0,3349	0,7867
Mastigação total (h/dia)	471	515	521	506	465	21,4852	0,8363	0,1305
Merícica (seg/bolo)	49,21	48,67	47,04	45,58	46,73	2,4497	0,2550	0,6661
Merícica (nº/bolo)	55,60	61,00	55,60	56,60	55,60	3,4041	0,6871	0,6208
Bolos ruminados (nº/dia)	356,28	418,58	424,54	414,79	368,38	21,8731	0,8532	0,0883
Eficiência de alimentação (kgMS ³ /h)	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38	0,0535	0,8696	0,9447
Eficiência de alimentação (kgFDN ⁴ /h)	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,0142	0,9116	0,7083
Eficiência de ruminação (kgMS ³ /h)	0,24	0,21	0,21	0,23	0,24	0,0296	0,7808	0,3529
Eficiência de ruminação (kgFDN ⁴ /h)	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,0054	0,6732	0,2017

¹EPM: Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para contrastes de ordem linear e quadrática;

³Matéria seca; ⁴Fibra detergente neutro.

A oferta crescente de EPV não influenciou ($P>0,05$) o consumo de água de bebida, excreção de água via fezes e urina ou absorção de água pelos ovinos (Tabela 4).

Tabela 4 – Balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, recebendo extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* como aditivo fitogênico.

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
Consumo (kg/dia)								
Água via alimento	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,0046	0,3715	0,3883
Água de bebida	3,54	3,37	3,40	3,53	3,38	0,0505	0,7786	0,8335

Excreção (kg/dia)

Água via urina	1,43	1,36	1,21	1,46	1,30	0,0379	0,7270	0,6917
Água via fezes	0,37	0,44	0,43	0,41	0,38	0,0058	0,9482	0,1794
Total	1,80	1,81	1,64	1,87	1,68	0,0414	0,6915	0,9968
Água absorvida (kg/dia)	1,75	1,68	1,75	1,65	1,69	0,0198	0,6925	0,9430

¹EPM: Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para contrastes de ordem linear e quadrática.

A circunferência abdominal dos carneiros, pH e nitrogênio amoniacal do rúmen de ovinos apresentaram médias de 100 cm, 6,14 e 8,28 mg/dl, respectivamente, e não foram influenciados ($P>0,05$) pela oferta de EPV (Tabela 5)

Tabela 5 – Circunferência abdominal, pH e nitrogênio amoniacal do rúmen de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, recebendo extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* como aditivo fitogênico.

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
Circunferência abdominal ³ (cm)	102,60	100,20	100,60	99,00	101,40	1,5824	0,2257	0,0418
pH	6,10	6,10	6,10	6,20	6,20	0,1204	0,2823	0,8136
Nitrogênio amoniacal (mg/dl)	8,26	7,73	8,06	8,40	8,94	0,1878	0,4004	0,4401

¹EPM: Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para contrastes de ordem linear e quadrática; ³Medida 45 minutos pós-oferta de refeição da manhã.

As excreções fecais e urinárias, bem como a absorção e retenção de nitrogênio dos ovinos, não foram influenciadas ($P>0,05$) pela oferta crescente de EPV aos animais (Tabela 6).

Tabela 6 – Balanço de nitrogênio de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
Consumo de N (g/dia)	22,16	21,41	22,86	22,47	21,06	1,5565	0,6740	0,3303
Excreção fecal de N (g/dia)	5,63	6,06	6,29	6,08	5,73	0,7072	0,8699	0,2325
Excreção urinária de N (g/dia)	3,58	3,46	3,45	3,89	4,09	0,8514	0,1647	0,3714

Excreção total de N (g/dia)	9,21	9,57	9,74	9,98	9,83	2,1287	0,2586	0,5995
Absorção total de N (g/dia)	12,948	11,894	13,120	12,498	11,244	1,4141	0,2145	0,3920
Absorção total de N (%)	68,858	66,062	70,362	62,034	58,284	11,5094	0,0952	0,3941
Retenção total de N (g/dia)	9,370	8,436	9,670	8,600	7,154	2,1187	0,1625	0,3461

¹Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para efeitos de ordem linear e quadrática.

Os eosinófilos e monócitos do sangue dos animais foram influenciados ($P < 0,05$) de forma quadrática negativa pela oferta crescente de EPV aos carneiros. Porém, os níveis de proteína, ureia, creatinina, glicose e triglicerídeos séricos não foram influenciados ($P > 0,05$) pela oferta de EPV aos animais. Além disso, houve incremento da aspartato aminotransferase no sangue dos carneiros com a oferta de EPV ($P < 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos e bioquímica sérica de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado recebendo extrato de própolis verde.

	Extrato de própolis verde (ml/dia)					EPM ¹	P value ²	
	0	6	12	18	24		L	Q
Leucócitos (/mm ³)	9,93	7,25	9,44	8,29	9,41	1,3735	0,9991	0,3404
Neutrófilos (/mm ³)	4,41	4,45	5,63	3,83	4,88	0,6630	0,8472	0,6042
Eosinófilos (/mm ³)	167,10	283,50	90,60	128,40	302,40	50,4599	0,3394	0,0241*
Linfócitos (/mm ³)	4,58	3,67	3,46	4,28	3,66	0,9027	0,6430	0,6042
Monócitos (/mm ³)	468,70	168,47	250,40	282,80	347,81	80,8381	0,6235	0,0358*
Proteína total (mg/dl)	5,11	5,22	5,27	5,70	5,76	0,4381	0,2004	0,8545
Ureia (mg/dl)	33,8	29,3	34,6	35	36,5	4,5192	0,4037	0,6543
Creatinina (mg/dl)	0,88	0,98	1,12	1,08	1,18	0,1435	0,1252	0,7297
Glicose (mg/dl)	70,7	70,9	74,9	71,1	74,7	4,4022	0,2219	0,8896
Triglicerídeos (mg/dl)	15,37	21,87	14,91	28,41	23,99	3,6323	0,0510	0,9197
ALT (UI/L) ³	15,3	17,1	15,2	15,0	21,3	3,0812	0,2170	0,2445
AST (UI/L) ⁴	85,7	91,2	98,5	89,0	100,75	8,0982	0,0361*	0,7713

GGT (UI/L) ⁵	55,9	62,2	60,3	59,3	66,3	7,3961	0,3069	0,9009
-------------------------	------	------	------	------	------	--------	--------	--------

¹EPM: Erro padrão da média; ²Valor de p significativo para contrastes de ordem linear e quadrática; ³Alanina aminotransferase; ⁴Aspartato aminotransferase; ⁵Gama-glutamilttransferase.

4. Discussão

O consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta não foram influenciados pela oferta crescente de EPV aos carneiros, possivelmente devido a dose máxima de EPV ofertado (24ml/dia) não ter proporcionado alterações substanciais na microbiota ruminal. Os compostos fenólicos, presentes no EPV, funcionam como antibióticos, reduzindo as populações de micro-organismos gram-positivos e gram-negativos no rúmen, mas seus efeitos são dose-dependentes (Aguiar *et al.*, 2014; Morsy *et al.*, 2015). Ítavo *et al.* (2011) reportaram que doses crescentes (4, 8, 12 e 16 ml/dia) de extrato de própolis verde, derivada de *Baccharis dracunculifolia*, também não influenciaram o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas pelos animais.

A oferta de própolis tende a interferir no comportamento ingestivo dos animais (Varela *et al.*, 2023), sobretudo na atividade de ruminação (Prado-Calixto *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021), mas nós não observamos isso aqui. É provável que os compostos fenólicos do EPV, nas doses testadas, não foram capazes de interferirem na cinética de degradação da matéria seca ruminal e, portanto, na atividade mastigatória dos ovinos (Nascimento *et al.*, 2020). Nesse contexto, Paula *et al.* (2016) verificaram que o incremento de compostos fenólicos extraídos da própolis marrom (0, 16.95, 33.9, e 50.85 mg/d), também não influenciou a taxa de passagem de sólidos do rúmen e a digestibilidade da matéria seca ruminal em búfalos. Além disso, as composições percentual e química das dietas testadas eram idênticas, fato que também explica similaridade no comportamento ingestivo dos carneiros.

Não foi verificado efeito da dose de EPV sobre a ingestão, excreção e absorção de água dos carneiros. Ítavo *et al.* (2011) também reportaram que o incremento da dose de própolis verde não interferiu no consumo de água de ovinos. Esse comportamento é diferente do que esperávamos já que a oferta de própolis está associada a mitigação do estresse oxidativo em cordeiros (Cércere *et al.*, 2021), que pode ser derivado do estresse térmico, e influenciar a ingestão hídrica dos animais (Dantas *et al.*, 2023). Varela *et al.* (2023), por exemplo, relataram redução da procura por água em vacas, criadas em ambiente semiárido, quando a dose de extrato de própolis aumentou de 32 ml/dia para 64 ml/dia.

Algumas evidências apontam para alterações da degradação e fermentação da proteína no rúmen de animais recebendo própolis (Stradiotti Júnior *et al.*, 2004; Paixão *et al.*, 2022). Entretanto, não verificamos alteração no nitrogênio amoniacal do rúmen dos carneiros submetidos à doses crescentes de EPV, possivelmente devido à similaridade observada no consumo e na digestibilidade da proteína bruta das dietas (Hristov *et al.*, 2004). Além disso, a

excreção, absorção e retenção de nitrogênio pelos carneiros recebendo doses crescentes de EPV foram similares, possivelmente, devido às semelhanças observadas no consumo e digestibilidade aparente da proteína na dieta (Zhang *et al.*, 2020). Segundo Zhao *et al.* (2023) fitoquímicos naturais podem melhorar a eficiência do uso de nitrogênio, porém esses efeitos são transitórios ou inconsistentes para muitos fitoquímicos.

Os níveis de proteína total e ureia séricas também não foram influenciadas pelas doses de EPV, provavelmente, devido à similaridade observada no consumo e digestibilidade da proteína bruta e nitrogênio amoniacal ruminal (Saro *et al.*, 2020). O status energético dos carneiros não foi influenciado pelas doses crescentes de própolis possivelmente devido à similaridade no consumo de energia dos animais. Patra *et al.* (2019) também reportaram que o incremento de substâncias lipídicas bioativas, oriundas de óleos vegetais, não influenciou nos níveis de ureia, triglicerídeos e glicose dos cordeiros.

A enzima aspartato aminotransferase (AST) sérica dos ovinos foi incrementada pelo aumento da dose de EPV ofertada. Possivelmente, a presença de substâncias lipossolúveis bioativas no EPV (isoflavonóides, chalconas etc.) pode ter elevado a atividade dos hepatócitos, principalmente, devido ao acúmulo de gorduras nessas células, incrementando a AST dos animais (Moreira *et al.*, 2012; Patra *et al.*, 2019).

A oferta crescente de EPV aos ovinos influenciou a resposta imunológica dos animais (ver eosinófilos e monócitos). Podemos inferir que a presença de substâncias antibióticas e anti-inflamatórias tem efeito sobre a resposta imunológica de ovinos. Morsy *et al.* (2013; 2016) também verificaram incremento dos leucócitos no soro de ovelhas recebendo extrato de própolis vermelha.

5. Conclusão

A oferta de até 24 mL/dia de extrato de própolis verde não interfere no consumo, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, balanço hídrico e balanço de nitrogênio de ovinos, mas influencia na resposta imunológica e na atividade hepática dos animais. Recomenda-se mais estudos com extrato de própolis verde para verificar seu potencial como aditivo natural na dieta de ovinos, principalmente com cordeiros em confinamento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. C. *et al.* Characterization of rumen bacterial strains isolated from enrichments of rumen content in the presence of propolis. **World Journal Microbiol Biotechnol**, v. 30, p. 2917–2926, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-014-1719-8>.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC**. International. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.
- ASÍN, J. *et al.* Nutritional Wasting Disorders in Sheep. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 501, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11020501>.
- BRITO, G. F.; PONNAMPALAM, E. N.; HOPKINS, D. L. The effect of extensive feeding systems on growth rate, carcass traits e meat quality of finishing lambs. **Comprehensive Reviews in Food Science e Food Safety**, v. 16, n. 1, p. 23-38, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12230>.
- BÜRGER, P. J. *et al.* 2000. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 236-242, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000100031>.
- CAMERON, A.; MCALLISTER, T. A. Antimicrobial usage e resistance in beef production. **Journal Animal Science Biotechnology**, v. 7, n. 68, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0127-3>.
- CÉCERE, B. G. *et al.* Addition of propolis to milk improves lactating lamb's growth: Effect on antimicrobial, antioxidant e immune responses in animals. **Small Ruminant Research**, v. 194, p. 106265, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106265>.
- DANTAS, M. R. T. *et al.* Use of propolis extract as a heat stress attenuating agent in ruminants: a general review. **Multidisciplinary Reviews**, v. 6, n. 1, p. 2023002, 2023. DOI: <https://doi.org/10.31893/multirev.2023002>.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds e diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 980 - 984, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.
- EUSTÁQUIO FILHO, A. *et al.* Intake e ingestive behavior in lambs fed low-digestibility forages. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, p. 1315–1321, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1090-x>
- FERREIRA, J. M. *et al.* Antioxidant activity of a geopropolis from northeast Brazil: Chemical characterization e likely botanical origin. **Evidence-Based Complementary e Alternative Medicine**, v. 1, p. 4024721, 2017. DOI: 10.1155/2017/4024721.
- GALLO, S. B. *et al.* Influence of lamb finishing system on animal performance e meat quality. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 41, e44742, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.44742>.

- HRISTOV, N. A. *et al.* Effect of dietary crude protein level e degradability on ruminal fermentation e nitrogen utilization in lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3219-3229, 2004. DOI: <https://doi.org/10.2527/2004.82113219x>.
- ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Green propolis extract as additive in the diet for lambs in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1991-1996, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000900021>.
- JIMÉNEZ, L. E. R. *et al.* A meta-analysis on the effect of feed type and production system on the quality of lamb carcass. **Italian Journal of Animal Science**, v. 18, p. 423-434, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/1828051X.2018.1532327>.
- KASIMANICKAM, V.; KASIMANICKAM, M.; KASIMANICKAM, R. Antibiotics Use in Food Animal Production: Escalation of Antimicrobial Resistance: Where Are We Now in Combating AMR?. **Medical sciences**, v. 9, n. 1, p. 14, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/medsci9010014>.
- KHOLIF, AE, OLAFADEHAN, A. O. Essential oils e phytogenic feed additives in ruminant diet: chemistry, ruminal microbiota e fermentation, feed utilization e productive performance. **Phytochem Journal**, v. 20, p. 1087–1108, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09739-3>.
- LICITRA, G.; HERNEEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Steardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science e Technology**, 57, 347-358, 1996.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**. Cambridge:Cambridge University Press, 1986. 200 p.
- MEDA, A. *et al.* Determination of the total phenolic, flavonoid e proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food chemistry**, v. 9, n. 3, p. 571-577, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.006>.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.
- MISZURA, A. A. *et al.* Effects of lasalocid, narasin, or virginiamycin supplementation on rumen parameters e performance of beef cattle fed forage-based diet. **Journal of Animal Science**, v. 101, p. 108, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/jas/skad108>.
- MOREIRA, C. N. *et al.* 2012. Serum γ -glutamyltransferase activity as an indicator of chronic liver injury in cattle with no clinical signs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 1403-1410. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000600001>.
- MORSY, A. S. *et al.* Effect of Brazilian red propolis administration on hematological, biochemical variables e parasitic response of Santa Inês ewes during e after flushing period. **Tropical Animal Health e Production**, v. 45, p. 1609-1618, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-013-0406-3>.

- MORSY, A. S. *et al.* Comparison of the in vitro efficiency of supplementary bee propolis extracts of different origin in enhancing the ruminal degradability of organic matter e mitigating the formation of methane. **Animal Feed Science e Technology**, v. 199, p. 51-60, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.11.004>.
- MORSY, A. S. *et al.* Impact of Brazilian red propolis extract on blood metabolites, milk production, e lamb performance of Santa Inês ewes. **Tropical animal health e production**, v. 48, p.1043-1050, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1054-1>.
- NASCIMENTO, R. J. T. *et al.* Residue of propolis extract in bovine diets with increasing levels of protein on rumen fermentation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, e01572, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01572>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, e New World Camelids**. National Academies Press, Washington, D.C. 2007.
- PAIXÃO, T. R. *et al.* Intake, digestibility, ruminal parameters e performance of lambs fed increasing levels of red propolis extract. **Tropical Animal Health e Production**, v. 54, n. 6, p. 364, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-022-03376-4>.
- PATRA, A. K. *et al.* Effects of dietary menthol-rich bioactive lipid compounds on zootechnical traits, blood variables e gastrointestinal function in growing sheep. **Journal of animal science e biotechnology**, v. 10, n. 86, p. 1-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0398-6>.
- PAULA, E. M. *et al.* Effects of phenolic compounds on ruminal protozoa population, ruminal fermentation, e digestion in water buffaloes. **Livestock Science**, v. 185, p. 136-141, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.01.021>.
- POLIZEL, D. M. *et al.* Narasin inclusion for feedlot lambs fed a diet containing high amounts of ground flint corn. **Scientia Agricola**, v. 78, n. 6, p. 20200010, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0010>.
- POLLI, V. A. *et al.* Aspectos relativos à ruminção de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.987-993, 1996.
- PRADO-CALIXTO, O. P. *et al.* Ingestive behavior e blood profile in sheep fed with diets containing powdered propolis extract aditives. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 2, p. 381-390, 2017.
- SARO, C. *et al.* Effect of Dietary Crude Protein on Animal Performance, Blood Biochemistry Profile, Ruminal Fermentation Parameters e Carcass e Meat Quality of Heavy Fattening Assaf Lambs. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 2177, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10112177>
- SARTORI, G. O. A. *et al.* An insight into the botanical origins of propolis from permanent preservation e reforestation areas of southern Brazil. **Scientific Reports**, v.11, n. 1, p. 22043, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01709-1>.

SEDDIK, H. *et al.* A rapid switch to a high-grain diet results in dynamic changes in the rumen epimural microbiome in sheep. **Animal**, v. 13, n. 8, p. 1614-1622, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118003269>.

SILVA, Y. A. *et al.* Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism?. **Tropical Animal Health and Production**, v. 53, n. 472, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02907-9>.

SINGH, J. GAIKWAD, D. S. Phytogetic Feed Additives in Animal Nutrition. In: Singh, J., Yadav, A. (eds) Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture. **Springer, Singapore**, p 273-289, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-3024-1_13.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS. The SAS System. Version 9.2, Institute for Statistical Analysis Systems, Cary, 2008.

STRADIOTTI JÚNIOR, D. *et al.* Action of propolis on amino acid deamination e rumen fermentation. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 33, p. 1086-1092, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-3592004000400029>.

TOMAZZOLI, M. M. *et al.* Botanical source investigation e evaluation of the effect of seasonality on Brazilian propolis from *Apis mellifera* L. **Scientia Agricola**, v. 77, e20180258, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0258>.

VARELA, A. M. G. *et al.* The effect of propolis extract on milk production e composition, serum biochemistry e physiological parameters of dairy cows under heat stress. **Tropical Animal Health e Production**, v. 55, n. 4, p. 244. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03647-8>.

VAN DER MERWE, D. A.; BRE, T. S.; HOFFMAN, L. C. Precision finishing of South African lambs in feedlots: a review. **Tropical Animal Health e Production**, v. 52, p. 2769-2786, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02282-x>.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, e nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

VELAZQUEZ, E. *et al.* Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. **Fitoterapia**, v. 74, n. 1, p. 91-97, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(02\)00293-9](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(02)00293-9).

WEISS, W. P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N. S. A theoretically based model to predict the total digestible nutrient values of forages e concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v. 39, n. 1-2, p. 95-110, 1992.

XU, L. *et al.* The morphological adaptation of the ruminal epithelium of sheep to the grain-rich diet leads to alterations in the expression of genes involved in cell cycle regulation, cell proliferation e apoptosis. **Journal of Animal Science e Biotechnology**, v. 9, n. 32, p.1-12, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0247-z>.

ZHANG, X. X. *et al.* Reducing protein content in the diet of growing goats: implications for nitrogen balance, intestinal nutrient digestion e absorption, e rumen microbiota. **Animal**, v.14, n. 10, p. 2063-2073. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731120000890>.

ZHAO, Y. *et al.* Could natural phytochemicals be used to reduce nitrogen excretion e excreta-derived N₂O emissions from ruminants?. **Journal of Animal Science e Biotechnology**, v. 14, n.1, p. 140. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00942-0>.

ZULHENDRI, F. *et al.* Antiviral, Antibacterial, Antifungal e Antiparasitic Properties of Propolis: A Review. **Foods**, v. 10, p. 1360, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10061360>

CAPÍTULO 3 - EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE OU SALINOMICINA EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO PARA OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E BALANÇO HÍDRICO

ARTIGO EXPERIMENTAL 2

SUBMETIDO NA TROPICAL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION

Qualis 2021 – 2024: A2 (Zootecnia / Recursos pesqueiros)

Fator de impacto: 1,7

Data da submissão: 10/12/2025

Extrato de própolis verde ou salinomicina em dietas de alto concentrado para ovinos: consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e balanço hídrico

Natalia Ingrid Souto da Silva¹, Thiago Luís Alves Campos de Araújo¹, Salenilda Soares Firmino¹, Maria Mirna Gonçalves Oliveira¹; Emerson Marcos Nascimento Silva¹; Raiane Mikaeli Nunes da Costa¹; José Gustavo Lima de Almeida²; Elisomar André da Silva¹; Patrícia de Oliveira Lima¹; Dorgival Moraes de Lima Júnior¹.

¹Animal Nutrition Laboratory, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró, RN, Brazil.

²Postharvest laboratory, Federal Rural University of Semi-Arid, Mossoró, RN, Brazil.

Corresponding author: Dorgival Moraes de Lima Júnior Laboratory of Nutrição animal, Federal Rural University of Semi-Arid, Av. Francisco Mota, 572, Mossoró, RN, 59625-900, Brazil. E-mail: dorgival.junior@ufersa.edu.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de extrato de própolis verde (EPV) derivada da *Mimosa tenuiflora*, ou de salinomicina (SAL) sobre o consumo, digestibilidade aparente, balanço de nitrogênio e balanço hídrico de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado. Três carneiros, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média de 26 meses e peso de $46,93 \pm 4,73$ kg, foram designados para um delineamento em quadrado latino 3 x 3, repetido ao longo do tempo, totalizando seis repetições por tratamento. As dietas de tratamento foram controle (CON); CON + 24 mg SAL/kg MS (SAL); CON + 24 mL EPV/dia (EPV). O experimento durou 102 dias, divididos em 6 períodos de coletas. Cada período tinha duração de 17 dias, sendo 12 dias de adaptação e cinco dias de coleta de dados. A ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra detergente neutra e carboidratos não fibrosos não diferiu ($P > 0,05$) entre os aditivos. No entanto, a ingestão total de nutrientes digestíveis (NDT) foi menor ($P < 0,05$) para a dieta SAL. Da mesma forma, a dieta SAL tendeu a reduzir a digestibilidade aparente de MS ($P = 0,0542$), MO ($P = 0,0573$), PB ($P = 0,0662$) e NDT ($P = 0,0836$) em ovinos. Além disso, os ovinos alimentados com SAL absorveram e retiveram menos ($P < 0,05$) nitrogênio do que as alimentadas com as dietas CON e EPV. A suplementação com salinomicina a 24 mg/kg de MS prejudica a ingestão de energia e a utilização de nitrogênio pelas ovelhas. A suplementação com 24 mL/dia de EPV não afeta a ingestão de energia e a utilização de nitrogênio pelas ovelhas.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico; *Mimosa tenuiflora*; metabolismo de nitrogênio; ingestão de água.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effects of including green propolis extract (EPV) derived from *Mimosa tenuiflora*, or salinomycin (SAL) on consumption, apparent digestibility, nitrogen balance, and water balance in sheep fed high-concentrate diets. Three rams, ½ Dorper x ½ Santa Inês, with an average age of 26 months and weight of 46.93 ± 4.73 kg, were assigned to a 3 x 3 Latin square design, repeated over time, totalling six replicates per treatment. The treatment diets were control (CON); CON + 24 mg SAL/kg DM (SAL); CON + 24 mL EPV/day (EPV). The experiment lasted 102 days, divided into 6 collection periods. Each period lasted 17 days, comprising 12 days of adaptation and five days of data collection. The intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fibre, and non-fibrous carbohydrates did not differ ($P > 0.05$) between the additives. However, the total intake of digestible nutrients (TDN) was lower ($P < 0.05$) for the SAL diet. Similarly, the SAL diet tended to reduce the apparent digestibility of DM ($P = 0.0542$), OM ($P = 0.0573$), CP ($P = 0.0662$) and TDN ($P = 0.0836$) in sheep. In addition, sheep fed SAL absorbed and retained less ($P < 0.05$) nitrogen than those fed the CON and EPV diets. Supplementation with salinomycin at 24 mg/kg DM impairs energy intake and nitrogen utilization by ewes. Supplementation with 24 mL/day of EPV does not affect energy intake and nitrogen utilization by ewes.

Keywords: *Mimosa tenuiflora*; nitrogen metabolism; phytogenic additive; water intake.

1. Introdução

A redução do tempo necessário para a terminação de ovinos depende, fundamentalmente, da intensificação dos sistemas de produção, sendo a elevação da densidade energética das dietas uma das estratégias mais utilizadas para alcançar esse objetivo (Silva *et al.*, 2023). Nesse sentido, é fundamental compreender a utilização dos nutrientes por esses animais, na tentativa de aumentar a eficiência dos sistemas de produção e maximizar a economia dos recursos naturais (Lu, 2024).

O incremento da energia dietética, obtido principalmente pelo fornecimento de maiores proporções de concentrado, favorece a eficiência alimentar (Jiang *et al.*, 2021) e o desempenho produtivo, otimizando a utilização da energia metabolizável para deposição de tecidos (Parente *et al.*, 2016). Entretanto, deve-se considerar que os ruminantes evoluíram adaptados a dietas predominantemente fibrosas, e a ingestão elevada de concentrados pode comprometer o equilíbrio ruminal, com potenciais efeitos deletérios sobre a fermentação e a saúde do animal (Coon; Tucker, 2024; Squizatti *et al.*, 2023).

Diante do elevado potencial fermentativo das dietas com alto teor de concentrado, a inclusão estratégica de aditivos nutricionais tem se mostrado eficaz em atenuar a intensidade da acidificação ruminal, favorecendo a estabilidade do ecossistema microbiano (Dellaqua *et al.*, 2024). Ao preservar o adequado funcionamento do rúmen, essas intervenções contribuem não apenas para uma utilização mais eficiente dos nutrientes, mas também para maior resiliência metabólica do hospedeiro, refletindo em melhorias na eficiência alimentar e no desempenho animal (Squizatti *et al.*, 2023).

Entre as alternativas disponíveis, os antibióticos ionóforos ainda figuram como os aditivos mais empregados em sistemas intensivos (Monsalve; Millen, 2025). Entretanto, embora sua eficácia seja amplamente reconhecida, a utilização desses compostos tem sido limitada em alguns países em razão do risco associado à seleção de microrganismos resistentes, com implicações significativas para a saúde pública (Aguiar *et al.*, 2022). Essas questões têm motivado restrições regulatórias em diferentes mercados consumidores (União Europeia, 2023), o que reforça a necessidade de identificar e validar estratégias nutricionais alternativas, como os extratos vegetais.

A própolis verde, obtida através de brotos da *Mimosa tenuiflora*, é rica em compostos bioativos com ação antimicrobiana e antioxidante (Arief *et al.*, 2022; Cécere *et al.*, 2021; Tiveron *et al.*, 2016), e tem potencial para modular a fermentação e melhorar a utilização

de nutrientes, de forma semelhante aos ionóforos, porém sem os riscos associados à resistência microbiana e à presença de resíduos (Zawadzki *et al.*, 2011).

Embora estudos indiquem efeitos positivos da própolis sobre a estabilidade ruminal e a digestibilidade dos nutrientes, há escassez de trabalhos avaliando comparativamente o uso de própolis verde da *M. tenuiflora* e Salinomycin sobre o consumo, digestibilidade e os balanços de nitrogênio e hídrico em cordeiros confinados. Assim, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação com salinomycin ou extrato de própolis verde (EPV) sobre esses parâmetros, testando a hipótese de que ambos os aditivos podem melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes e a homeostase hídrica em dietas de alto concentrado.

2. Material e métodos

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, com coordenadas geográficas Latitude: 5°11'17" Sul e Longitude: 37°20'39" Oeste. O clima da região é classificado como BSwh' pela classificação de Köppen. A temperatura média durante o experimento foi de 27,8 °C.

2.2 Obtenção da própolis e confecção do extrato

As amostras brutas de própolis verde da *M. tenuiflora* foram adquiridas de apiários localizados nos municípios de Pau dos Ferros/RN, Limoeiro/CE e Vieirópolis/PB. As amostras passaram por processo de limpeza manual, para remoção das impurezas (como fragmentos de cascas ou insetos mortos) e em seguida foram trituradas em um triturador de grãos. Para a obtenção do extrato, 30 g da própolis moída foi armazenada em frascos de vidros, sendo adicionado 100 mL de solução hidroalcoólica a 70% graus GL, permanecendo em repouso por um período de 12 dias em local escuro. Após esse período, o material foi centrifugado e em seguida o extrato foi armazenado em frascos de vidro de coloração âmbar em ambiente refrigerado, conforme metodologia descrita por (Stradiotti *et al.*, 2004).

O extrato hidroalcoólico foi submetido à caracterização fitoquímica para determinação da atividade antioxidante, do teor de fenóis totais e de flavonoides totais. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método de redução do radical livre DPPH, segundo Velázquez *et al.* (2003) com adaptações. Alíquotas de 1,0 mL do extrato (1 a 5 ppm) foram misturadas com 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL) e mantidas em repouso, ao abrigo da luz, por 15 minutos. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (Gehaka UV-340G) a 517 nm, utilizando metanol como controle. O percentual de inibição foi calculado pela fórmula:

$$\text{Inibição (\%)} = [(\text{Abs. controle} - \text{Abs. amostra}) / \text{Abs. controle}] \times 100.$$

O teor de fenóis totais foi determinado pelo reagente de Folin-Ciocalteu, conforme Meda *et al.* (2005), utilizando alíquotas de 0,5 mL do extrato (20 ppm), às quais foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (0,2 N) e, após 5 minutos, 2 mL de carbonato de sódio (75 g/L). A mistura permaneceu em repouso por duas horas ao abrigo da luz e foi então analisada. A absorbância foi medida em espectrofotometria Gehaka modelo UV-340G a 760nm, utilizando branco metanol. Os resultados obtidos foram extrapolados em curva de calibração

obtida com padrão ácido gálico (20 a 200 ppm), e expressos em gramas equivalente ácido gálico (EAG)/100 mL de extrato.

O teor de flavonoides totais foi determinado conforme Meda *et al.* (2005), com adaptações. Alíquotas de 5,0 mL do extrato (20 ppm) foram misturadas com 5 mL de solução de cloreto de alumínio a 2% e, após 10 minutos de reação, a absorbância foi lida no espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 415 nm, utilizando como branco a amostra com metanol sem AlCl₃ para cada amostra. Os resultados foram expressos em gramas de equivalente quercetina (EQ)/100 mL de extrato, utilizando curva padrão de quercetina (5 a 50 mg/L).

2.3 Animais, delineamento e tratamentos testados

Foram utilizados três ovinos machos castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média de 26 meses e peso corporal de $46,93 \pm 4,73$ kg. Antes do experimento, os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas (Ripercol® L, Zoetis, EUA) e alojados em gaiolas de metabolismo com comedouro, bebedouro e dispositivos para coleta separada de fezes e urina. As gaiolas de metabolismo foram instaladas em um galpão coberto com telha de barro, com pé-direito de 3,5 m e piso de concreto, e provido de iluminação artificial à noite.

Antes do período experimental, os animais foram adaptados à dieta rica em grãos, aumentando-se gradativamente a proporção de concentrado na dieta total em 20% a cada oito dias, partindo da relação volumoso:concentrado de 80:20 até atingir 20:80. O experimento teve duração de 102 dias e foi dividido em seis períodos de 17 dias, sendo 12 dias para adaptação dos animais e cinco dias para coleta de dados e avaliação de parâmetros. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino duplo (3 x 3) e as dietas experimentais diferiram somente para a inclusão ou não dos aditivos sendo denominados: 1) dieta controle, sem aditivos (CONT); 2) dieta suplementada com 24 mg/kg/MS de salinomicina (SAL Saligran G120®); e 3) dieta suplementada com 24 mL de extrato hidroalcoólico de própolis verde (*Mimosa tenuiflora*) (EPV), distribuídas aleatoriamente aos três animais em cada período.

As rações foram calculadas para atender ao ganho de peso de 200 g/dia (NRC 2007). A relação forragem:concentrado da dieta foi de 20:80. O concentrado consistiu em grãos de milho triturados, farelo de soja, farelo de trigo, núcleo mineral, calcário calcítico e sal marinho (NaCl) (Tabela 1). O feno de Tifton 85 foi adquirido em fardos de 15 a 18 kg, triturado em uma forrageira, ajustado para produzir partículas de 30 mm, colocado em sacos plásticos e armazenado em local seco.

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%).

Ingredientes	Tratamentos		
	CONT	SAL	EPV
Feno	20	20	20
Milho	58,37	58,37	58,37
Farelo de trigo	12,04	12,04	12,04
Farelo de soja	7,84	7,84	7,84
Sal	0,72	0,72	0,72
Núcleo mineral*	0,72	0,72	0,72
Calcário	0,36	0,36	0,36
Total	100	100	100
<i>Composição química</i>			
	Feno Tifton	Concentrado	Dieta
Matéria seca	93,44	92,29	92,52
Matéria mineral	8,8	4,08	5,02
Extrato etéreo	2,23	3,65	3,37
Proteína bruta	11,99	13,47	13,17
FDN ¹	69,08	12,3	23,66
CNF ²	7,9	66,5	54,78
NDT ³	77,17	66,67	79,50
EM ⁴	3,51	2,46	3,58

*Níveis de garantia: Cálcio 120g; Fósforo 87g; Sódio 147g; Enxofre 18g; Cobalto 40mg; Cobre 590mg; Iodo 80mg; Cromo 20 mg; Manganês 1300mg; Selênio 15mg; Zinco 3800mg; Ferro 1800mg; Molibdênio 10 mg; Flúor (max) 870mg ¹Fibra em detergente neutro; ²Carboidratos não fibrosos; ³Nutrientes digestíveis totais; ⁴Energia metabolizável obtida por Weiss *et al.* (1992).

O suprimento diário de alimentos foi dividido em duas refeições, às 8h e às 16h, com ração bem misturada. A administração do EPV foi realizada por via oral, utilizando um vacinador automático de 50 mL com bico dosador oral (Modelo 91, Walmur®, Brasil) para garantir o fornecimento diário dos níveis recomendados de EPV. A dose total de extrato de própolis foi fornecida duas vezes, metade às 8h e a outra metade às 16h, trinta minutos após a oferta da dieta. Os animais que não receberam extrato de própolis receberam 15 mL de água como solução placebo. A salinomicina foi misturada ao concentrado na dose de 24 mg/kg de matéria seca. A ração foi fornecida como uma mistura completa duas vezes ao dia, à vontade, para permitir 10% de sobras.

2.4 Consumo e digestibilidade de nutrientes

As quantidades da dieta fornecida e das sobras foram registradas diariamente para determinação do consumo. Assim, a ingestão de nutrientes foi determinada pela diferença na composição química entre as amostras de ração fornecida e as sobras coletadas. Amostras da

ração fornecida e das sobras foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -15 °C até a análise. A digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinada pelo método de coleta de fezes totais. As fezes produzidas pelos animais foram coletadas em bandejas plásticas adaptadas à gaiola de metabolismo. A pesagem do conteúdo das bandejas de coleta de fezes foi realizada a cada 24 h, sempre às 07:00, seguida de homogeneização e amostragem de 10% do peso total das fezes excretadas. As amostras foram pulverizadas com solução de ácido sulfúrico (1:1), colocadas em sacos plásticos e armazenadas sob congelamento a -15 °C até a análise.

2.5 Análise da composição química

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas por 24 h em geladeira (4 °C), homogeneizadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada (Modelo TE-394/2-MP, Tecnal®, Brasil), com temperatura controlada a 55 °C, por 72 h. Após a pré-secagem, o material foi moído em moinho de facas (Modelo R-TE-680, Tecnal®, Brasil) com peneira de 1 mm e acondicionado em recipientes hermeticamente fechados para posterior análise da composição química.

As amostras foram analisadas quanto aos seus constituintes químicos utilizando os métodos descritos em AOAC (2000) para matéria seca (MS) (Método n.º 934.01), cinzas (MM) (Método n.º 942.05), proteína bruta (PB) (Método n.º 981.10), extrato etéreo (EE) (Método n.º 920.39), analisando-se também a fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNap) e a fibra insolúvel em detergente ácido, segundo a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991) com adaptações de Mertens (2002) e Licitra *et al.* (1996) para correção de cinzas e proteína, respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo Detmann e Valadares Filho (2010). O conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foi estimado segundo a equação descrita por Weiss *et al.* (1992).

2.6 Balanço de nitrogênio

A urina dos animais foi coletada em bandejas plásticas acopladas às gaiolas de metabolismo durante todo o período de coleta. Para evitar a evaporação do nitrogênio, 20 mL de ácido sulfúrico (1:1) foram adicionados às bandejas. Toda a urina foi pesada diariamente, e uma amostra de 10% do volume total foi coletada, filtrada em gaze, acondicionada em frascos e congelada a -10 °C até a análise. Uma alíquota de urina foi usada para determinar o nitrogênio total (AOAC 2000; método n.º 981.10). O nitrogênio absorvido (g/dia) foi obtido pela diferença entre o nitrogênio ingerido e excretado nas fezes. O nitrogênio retido foi obtido pelo nitrogênio

consumido (g/dia) - (nitrogênio excretado nas fezes (g/dia) + nitrogênio excretado na urina (g/dia)).

2.7 Balanço hídrico

A ingestão total de água foi determinada durante os cinco dias de coleta de cada período, quantificando a água via bebida e alimento. A água foi fornecida em baldes de polietileno de 15 L oferecidos na gaiola de metabolismo. A ingestão de água foi determinada por pesagem diária, registrando-se a diferença entre o peso da água fornecida e o peso da água restante. As perdas de água por evaporação foram determinadas pela pesagem de dois baldes de água estrategicamente colocados na instalação. Os dados de evaporação foram usados para corrigir a ingestão de água. A ingestão de água da dieta foi estimada pela determinação do teor de umidade do alimento e das sobras. A água total excretada foi estimada pela adição do volume de água excretada nas fezes e na urina.

2.8 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio da plataforma SAS On Demand For Academics. Foram avaliadas premissas de normalidade e homogeneidade de variância dos dados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se procedimento PROC MIXED considerando modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu_{ijk} + T_i + P_j + A_k + \epsilon_{ijk}$$

Onde; Y_{ijk} = variável dependente; μ_{ijk} = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento ($i = 1$ - Controle, 2 - Salinomicina e 3 - Extrato de Própolis; P_j = efeito aleatório do período ($j = 1$ a 6); A_k = efeito aleatório do animal dentro do tratamento ($k = 1$ a 3); e ϵ_{ijk} = erro aleatório não identificável. Quando os efeitos do tratamento foram significativos, aplicou-se teste de comparação de médias de Tukey-Kramer. Adotou-se um nível de 5% de probabilidade para todos os procedimentos realizados.

3. Resultados

O EPV utilizado apresentou concentração de 8,04 g/100 mL de fenóis totais, expressos em equivalente de ácido gálico, e 3,49 g/100 mL de flavonoides, expressos em equivalente de quercetina. Dessa forma, a ingestão diária pelos animais correspondeu a 1,93 g de fenóis totais ou 0,84 g de flavonoides.

A atividade antioxidante do extrato hidroalcoólico de própolis foi determinada a partir da quantidade de DPPH neutralizado por mililitro de extrato. Considerando-se a diluição realizada (0,1 mL de extrato em 100 mL de metanol) e a adição de 1,0 mL dessa solução à reação contendo 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL), verificou-se inibição máxima de 93%, o que correspondeu à neutralização de cerca de 0,0446 mg de DPPH. A partir dessa relação, estimou-se que 1 mL de extrato hidroalcoólico de própolis (300 mg/mL) apresentou capacidade para neutralizar aproximadamente 34,3 mg de DPPH, confirmando sua elevada potência antioxidante.

A suplementação com salinomicina (SAL) e extrato de própolis verde (EPV) não ocasionou diferenças ($P > 0,05$) nos consumos de MS, MO, EE, PB, FDN e CNF (Tabela 2). Todavia, os ovinos alimentados com SAL consumiram menor quantidade de nutrientes digestíveis totais ($P = 0,0425$) quando comparados aos animais alimentados com CON e EPV.

Tabela 2 – Consumo e digestibilidade dos nutrientes dieta de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CON	SAL	EPV		
<i>Consumo (kg/dia)</i>					
Matéria seca	1,23	0,97	1,15	0,063	0,3094
Matéria orgânica	1,17	0,93	1,09	0,06	0,3003
Matéria mineral	0,06	0,05	0,05	0,004	0,3759
Extrato etéreo	0,04	0,04	0,04	0,002	0,3589
Proteína bruta	0,16	0,13	0,16	0,007	0,3421
Fibra em detergente neutro	0,28	0,20	0,23	0,023	0,238
Carboidratos não fibrosos	0,69	0,56	0,66	0,031	0,3008
Nutrientes digestíveis totais	0,97 ^a	0,68 ^b	0,99 ^a	0,066	0,0425*
<i>Digestibilidade aparente (%)</i>					
Matéria seca	77,26	66,58	80,45	2,650	0,0542*
Matéria orgânica	78,8	69,0	81,5	0,024	0,0573*
Extrato etéreo	79,38	72,84	79,13	1,816	0,2192
Proteína bruta	71,27	60,19	74,14	2,984	0,0662*
Fibra em detergente neutro	64,32	43,39	63,03	5,036	0,1941

Carboidratos não fibrosos	85,26	82,37	89,17	1,600	0,1185
Nutrientes digestíveis totais	77,17	66,67	79,50	0,029	0,0836*

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

Quanto à digestibilidade aparente, observou-se uma tendência de efeito da oferta dos aditivos sobre a digestibilidade aparente da matéria seca ($P = 0,0542$), da matéria orgânica ($P = 0,0573$), proteína bruta ($P = 0,0662$) dos nutrientes digestíveis totais ($P = 0,0836$) com maiores coeficientes nos grupos própolis e controle, enquanto o grupo salinomicina apresentou valores inferiores. Os demais coeficientes de digestibilidade aparente (matéria mineral, extrato etéreo, FDN e CNF) não foram influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$).

O consumo de nitrogênio não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$), variando de 21,6 a 26,8 g/dia. Da mesma forma, não foram observadas diferenças significativas na excreção fecal ($P = 0,6054$), urinária ($P = 0,8890$) ou total de nitrogênio ($P = 0,3538$). No entanto, os cordeiros recebendo salinomicina apresentaram menor absorção de nitrogênio (16,8 g/dia) em comparação ao grupo controle (19,1 g/dia) e ao grupo EPV (19,4 g/dia), com diferença significativa ($P = 0,0387$).

Tabela 3 – Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CONT	SAL	EPV		
Consumo de nitrogênio (g/dia)	26,8	21,6	26,2	1,250	0,1172
Excreção de N fecal (g/dia)	7,77	7,97	6,77	0,563	0,6054
Excreção de N urinário (g/dia)	3,48	3,77	3,29	0,615	0,889
Excreção total de N (g/dia)	11,3	11,7	10,0	0,637	0,3538
Nitrogênio absorvido (g/dia)	19,1 ^a	13,6 ^b	19,4 ^a	1,232	0,0387*
Balanço de N (%)	15,6	11,2	16,1	1,411	0,1016
Nitrogênio retido (%)	15,58 ^a	9,87 ^b	16,12 ^a	1,592	0,0258*
Nitrogênio retido (% ingerido)	57,1 ^a	39,5 ^b	59,8 ^a	5,046	0,0167*

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

O nitrogênio retido, expresso como porcentagem do nitrogênio absorvido, também foi inferior no grupo salinomicina (9,87%) em relação aos grupos controle (15,58%) e própolis (16,12%), resultando em efeito significativo entre os tratamentos ($P=0,0258$). O mesmo padrão foi observado para o nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido, sendo mais elevado nos grupos controle (57,1%) e própolis (59,8%) em comparação ao grupo salinomicina (39,5%) ($P=0,0167$).

Os parâmetros de balanço hídrico não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 4). O consumo de água variou entre 3,9 e 4,1 kg/dia, sem diferenças entre os grupos controle, salinomicina e própolis ($P=0,4945$). Da mesma forma, a excreção de água pelas fezes e pela urina e a excreção total de água, pelos carneiros, não diferiram entre os tratamentos ($P>0,05$).

Tabela 4 – Balanço hídrico de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CONT	SAL	EPV		
Consumo de água (g/dia)	3905,6	4164,6	4003,6	230,740	0,4945
Excreção de água via fezes (g/dia)	531,5	492,6	387,4	47,173	0,3614
Excreção de água via urina (g/dia)	912,3	1116,2	934,5	140,496	0,304
Excreção total de água (g/dia)	1443,8	1608,8	1321,9	174,446	0,3484
Água absorvida (g/dia)	3374,2	3672,0	3616,2	210,584	0,2747
Água retida (g/dia)	2461,8	2555,8	2681,7	130,975	0,6309
Água retida (% da ingerida)	63,6	63,6	68,8	2,744	0,2703

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

Os valores de água absorvida e água retida também foram semelhantes entre os grupos ($P=0,2747$ e $P=0,6309$, respectivamente), assim como a porcentagem de água retida em relação à ingerida, que variou de 63,6% (controle e salinomicina) a 68,8% (própolis), sem diferença estatística ($P=0,2703$).

4. Discussão

A ausência de diferenças significativas nos consumos de MS, MO, EE, PB, FDN e CNF entre os grupos controle, salinomicina e EPV indica que a inclusão desses aditivos não comprometeu a ingestão voluntária de nutrientes pelos ovinos. A manutenção do consumo é fundamental para assegurar o aporte adequado de nutrientes, especialmente em dietas de alto concentrado, nas quais a ingestão está diretamente associada ao desempenho produtivo e a manutenção da homeorrese (Allen, 2014, 2020). Esse resultado sugere que, tanto a salinomicina quanto a própolis verde podem ser utilizadas sem efeito depressivo sobre o consumo de nutrientes, aspecto frequentemente relatado como limitante para alguns aditivos (Duffield; Merrill; Bagg, 2012).

Não obstante, a oferta de ionóforos pode reduzir o consumo de MS em ruminantes (Ahvanooei *et al.*, 2023; Ribeiro *et al.*, 2025) e até comprometer o consumo de energia pelos animais. Nesse contexto, o menor consumo de nutrientes digestíveis totais observado para ovinos alimentados com SAL em relação aos animais CON e EPV pode estar associado aos efeitos de depressão de consumo de MS digestível vinculado a menor digestibilidade da matéria seca da dieta do grupo SAL. De forma consistente com a literatura, meta-análises relatam redução da ingestão de MS com ionóforos. Em média observa-se queda de 0,3 kg/d em vacas leiteiras, cerca de 3% em sistemas de confinamento e entre 0,29 e 0,85 kg/d em novilhas e vacas de cria. Em geral, há compensação parcial por melhora de eficiência e desempenho, dependendo do sistema e da dose (Duffield; Merrill; Bagg, 2012; Duffield; Rabiee; Lean, 2008; Gadberry *et al.*, 2022). Estrada-Angulo *et al.* (2023), ao avaliarem o efeito da combinação de um ionóforo antibiótico com extratos vegetais e probióticos na dieta de cordeiros (Pelibuey × Katahdin) em confinamento, observaram que a inclusão do ionóforo nas dietas promoveu redução no consumo de matéria seca.

Nos ovinos que receberam salinomicina, observou-se tendência de menor digestibilidade de MS e da MO, em coerência com a redução da PB e do NDT no trato total. Ionóforos modulam a microbiota do rúmen e podem reduzir a degradação/fermentação (Marques; Cooke, 2021), impactando a fração potencialmente degradável da MO (Azzaz; Murad; Morsy, 2015; Marques; Cooke, 2021). Do ponto de vista mecânico, a degradabilidade efetiva no rúmen depende do balanço entre taxa de degradação (kd) e taxa de passagem (kp), onde a degradabilidade efetiva será: $ED = a + b \cdot [kd / (kd + kp)]$ (Orskov; McDonald, 1970). Como a maior parte da digestão de carboidratos ocorre no rúmen, quedas da degradação ruminal tendem a se refletir em uma menor digestibilidade no trato total. (Archimède; Sauvant;

Schmidely, 1997; Huhtanen et al., 2010). Neste estudo a digestibilidade da MS foi de 66,58% para o grupo SAL, 77,26% para o grupo CON e 80,45% para o grupo EPV. Esse padrão, embora divirja de parte da literatura, pode sugerir influência da matriz do grão, processamento e kp, além da própria modulação microbiana pelo ionóforo (Mertens, 1977; NRC, 2021).

Recentemente nosso grupo testou até 24 mL do extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* e não observou efeito do aditivo sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes (Silva et al., 2025). Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2015) ao compararem o extrato de própolis com a monensina em dietas para ovinos, também sem observar alterações na digestibilidade. Importa destacar que, nesse último estudo, a relação volumoso:concentrado adotada foi de 50:50, condição que pode ter influenciado a resposta dos animais.

Dietas com maior teor de amido tendem a aumentar a abundância de bactérias amilolíticas específicas, como *Prevotella* spp. e *Selenomonas ruminantium*, sem ampliar a diversidade microbiana, e, em alguns casos, até reduzindo-a (Palmonari; Federiconi; Formigoni, 2024; Plaizier et al., 2018). Esse padrão resulta da dominância de grupos adaptados à utilização de carboidratos rapidamente fermentescíveis e à tolerância a menores valores de pH ruminal (Petri et al., 2013). A modulação promovida pela salinomicina, caracterizada pela inibição seletiva de bactérias gram-positivas e favorecimento de gram-negativas, pode potencializar esse efeito, direcionando a fermentação para maior produção de propionato e alterando o equilíbrio entre os grupos microbianos (Marques & Cooke, 2021; Russell & Strobel, 1989). Tal cenário poderia explicar, ao menos em parte, a tendência de redução na digestibilidade aparente da MS observada no presente estudo, mesmo sem alterações significativas na digestibilidade da FDN.

Por outro lado, o extrato de própolis verde apresentou digestibilidade da MS numericamente superior ao grupo salinomicina e comparável ao controle, sugerindo que a suplementação com fitogênicos não compromete a utilização de nutrientes. Os compostos bioativos presentes na própolis, como flavonoides e compostos fenólicos, possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias (Cécere et al., 2021; Ibrahim; Alqurashi, 2022; Tiveron et al., 2016), podendo contribuir para a manutenção de um ambiente ruminal mais estável e favorecer a atividade microbiana. Esses resultados reforçam a ideia de que fitogênicos podem modular a microbiota de forma benéfica, sem os efeitos adversos que podem ser associados a ionóforos sintéticos.

Em síntese, o menor consumo de NDT e a tendência de menor digestibilidade da MS, MO, NDT e da PB nos animais suplementados com salinomicina apontam para um aproveitamento menos eficiente da fração nitrogenada da dieta. Na prática, isso sugere que a disponibilidade de nitrogênio metabolizável para o anabolismo proteico pode ter sido comprometida, o que se reflete diretamente nos parâmetros subsequentes de balanço de nitrogênio.

No presente estudo, os cordeiros suplementados com salinomicina apresentaram menor absorção e retenção de nitrogênio em comparação aos grupos controle e própolis. Esse resultado é inesperado à luz da literatura, que geralmente demonstra que os ionóforos não comprometem a utilização da proteína; pelo contrário, são frequentemente associados à otimização do metabolismo do nitrogênio em ruminantes (Wanapat *et al.*, 2024; Yang; Russell, 1993). Todavia, deve-se considerar que a menor digestibilidade da PB observada previamente já antecipava tal efeito, indicando que a limitação não ocorreu apenas no metabolismo pós-absortivo, mas também no aproveitamento digestivo do nitrogênio dietético.

Considerando esses resultados, é importante destacar que, em condições distintas, os ionóforos podem melhorar a eficiência da utilização da proteína por três mecanismos principais: (i) desvio da fermentação ruminal para propionato, aumentando a eficiência energética e favorecendo a incorporação do nitrogênio na síntese proteica; (ii) inibição seletiva de bactérias proteolíticas, que reduz a degradação excessiva da proteína dietética e aumenta a fração de proteína *bypass* absorvível no intestino delgado; e (iii) estabilização do ambiente ruminal, que otimiza a síntese de proteína microbiana (PMIC), garantindo uma fonte de proteína de alta qualidade para o animal (Bergen; Bates, 1984; Chen; Russell, 1991; Dellaqua *et al.*, 2024b). Contudo, a composição específica da dieta (prevalência de milho grão de endosperma duro), pode ter interagido com a salinomicina e influenciado nas taxas de fermentação da matéria orgânica e proteína bruta ruminal, prejudicando a degradabilidade ruminal do milho por inibição seletiva de grupos microbianos específicos. Subsequentemente, o milho não degradado, oriundo do rúmen, não foi completamente digerido no intestino delgado dos ovinos, sendo recuperado, em parte, nas fezes. Embora a literatura aponte efeitos geralmente positivos dos ionóforos sobre a utilização do nitrogênio (Marques; Cooke, 2021; Spears, 1990), os resultados do presente experimento sugerem que outros fatores, possivelmente relacionados à composição específica da dieta ou à interação com a microbiota individual dos animais, possam ter contribuído para a redução observada na retenção de nitrogênio pelo grupo salinomicina.

A maior taxa de retenção relativa ao nitrogênio absorvido e ingerido nos grupos própolis e controle sugere que houve maior direcionamento do nitrogênio para síntese proteica corporal, especialmente muscular, refletindo um estado anabólico mais favorável (Calsamiglia *et al.*, 2010; Detmann *et al.*, 2013), o que será investigado mais a fundo nas características de carcaça e qualidade da carne (Capítulo 4) e nos estudos histológicos e morfométricos do trato gastrointestinal (Capítulo 5). Essa interpretação é corroborada por estudos que relacionam a retenção de nitrogênio à deposição de tecido magro em ruminantes (Bequette *et al.*, 2001), sendo, portanto, um indicativo indireto de maior potencial de ganho em massa muscular, ainda que os parâmetros zootécnicos brutos não apresentem diferença estatística evidente. Prado *et al.* (2010), avaliando os efeitos de aditivos à base de própolis e monensina na dieta de búfalos, observaram que a suplementação com própolis promoveu maior digestibilidade dos nutrientes e maior fluxo de proteína para os intestinos em comparação à monensina. No referido estudo, os aditivos foram administrados diretamente no rúmen, por meio de cânulas ruminais, duas vezes ao dia, garantindo a entrega precisa das doses e minimizando variações na ingestão.

Nesta pesquisa não foram observadas diferenças significativas na ingestão de água entre os grupos controle, EPV e salinomicina. Resultados semelhantes foram obtidos em trabalho anterior conduzido por nossa equipe, no qual diferentes níveis de extrato de própolis verde (*M. tenuiflora*) também não influenciaram o balanço hídrico de cordeiros confinados (Silva *et al.*, 2025). Esses achados corroboram os de Ítavo *et al.* (2011), que igualmente não observaram efeito da própolis verde sobre o consumo hídrico. Por outro lado, Varela *et al.* (2023) relataram redução na demanda de água em vacas criadas em ambiente semiárido quando a dose de extrato de própolis aumentou de 32 mL/dia para 64 mL/dia. Essa divergência pode estar associada a diferenças de espécie, condições ambientais e protocolos de suplementação, sugerindo que os efeitos de fitogênicos sobre o consumo de água ainda não estão totalmente elucidados.

5. Conclusão

Ovinos alimentados com salinomicina consumiram menos energia e diminuíram o aproveitamento da proteína da dieta. Portanto, não se recomenda o uso de 24 mg/kg de salinomicina na dieta de alto concentrado para ovinos.

O EPV não prejudica o valor nutritivo da dieta de alto concentrado para ovinos. Portanto, a oferta de 24 ml/dia de EPV da *M. tenuiflora* pode ser utilizada desde que haja um contexto econômico favorável para uso.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. C. *et al.* Effect of dietary addition of phenolic compounds from propolis on growth performance, carcass traits, and meat fatty acid profile of feedlot beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 43, n. 4, p. 1653–1670, 2022. DOI 10.5433/1679-0359.2022v43n4p1653.
- AHVANOOEI, M. R. *et al.* Effects of monensin supplementation on lactation performance of dairy cows: a systematic review and dose–response meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 568, 2023. DOI 10.1038/S41598-023-27395-9.
- ALLEN, M. S. Drives and limits to feed intake in ruminants. **Animal Production Science**, v. 54, p. 1513–1524, 2014. <https://doi.org/10.1071/AN14478>
- ALLEN, M. S. Review: Control of feed intake by hepatic oxidation in ruminant animals: integration of homeostasis and homeorhesis. **Animal**, v. 14, n. 1, p. s55–s64, 2020. DOI 10.1017/S1751731119003215.
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.
- AOAC. Official methods of analysis of AOAC International. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2010.
- ARCHIMÈDE, H.; SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P. Quantitative review of ruminal and total tract digestion of mixed diet organic matter and carbohydrates. **Reproduction, nutrition, development**, v. 37, n. 2, p. 173–189, 1997. DOI 10.1051/RND:19970205
- ARIEF, I. I. A. *et al.* Antimicrobial Activity of Propolis Extract and Their Application as a Natural Preservative in Livestock Products: A Meta-Analysis. **Food Science animal resource**, v. 42, n. 2, p. 280–294, 2022.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: A review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 6, p. 254–265, 2015. <https://doi.org/10.3923/AJAS.2015.254.265>.
- BEQUETTE, B. J. *et al.* Insulin Regulates Milk Production and Mammary Gland and Hind-Leg Amino Acid Fluxes and Blood Flow in Lactating Goats. **Journal Dairy Science**, v. 84, p. 241–255, 2001.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their Effect on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1465–1483, 1984. DOI: 10.2527/JAS1984.5861465X
- CALSAMIGLIA, S. *et al.* Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1184–1196, 2010. DOI: 10.1017/S1751731110000911.
- CÉCERE, B. G. O. *et al.* Addition of propolis to milk improves lactating lamb's growth: Effect on antimicrobial, antioxidant and immune responses in animals. **Small Ruminant Research**, v. 194, p. 106265, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2020.106265>
- CHEN, G. J.; RUSSELL, J. B. Effect of monensin and a protonophore on protein degradation, peptide accumulation, and deamination by mixed ruminal microorganisms in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 5, p. 2196–2203, 1991. DOI: 10.2527/1991.6952196X

COON, R. E.; TUCKER, C. B. Cattle are more motivated for a high-concentrate diet than Sudan grass hay, despite low reticulorumen pH. **Journal of Animal Science**, v. 102, 2024. DOI:10.1093/JAS/SKAE049

DELLAQUA, J. V. T. *et al.* Impact of combined management strategies of monensin and virginiamycin in high energy diets on ruminal fermentation and nutrients utilization. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, p. 1325198, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/FVETS.2024.1325198/BIBTEX>

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010. DOI: 10.1590/S0102-09352010000400030

DETMANN, E. *et al.* Efeitos e eficiência de uso do nitrogênio suplementar em bovinos em pastejo em regiões tropicais. In: **Anais II Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes**. 2nd ed. Itapetinga, BA: UESB, 2013. p. 137–155.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 12, p. 4583–4592, 2012. DOI: 10.2527/JAS.2011-5018.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A Meta-Analysis of the Impact of Monensin in Lactating Dairy Cattle. Part 2. **Production Effects. J. Dairy Sci**, v. 91, p. 1347–1360, 2008. DOI: 10.3168/jds.2007-0608.

ESTRADA-ANGULO, A. *et al.* Effect of Combining the Ionophore Monensin with Natural Antimicrobials Supplemented in the Last Phase of Finishing of Lambs: Growth Performance, Dietary Energetics, and Carcass Characteristics. **Animals**, v. 13, n.16, p. 2547, 2023. DOI: 10.3390/ANI13162547

EUROPEAN UNION. Commission Delegated Regulation (EU) 2023/905 of 27 February 2023 supplements Regulation 2019/6 concerning the prohibition on the use of antimicrobial medicinal products in animals or products of animal origin exported from third countries to the Union. Official Journal of the European Union, Brussels, L116, pp. 1-6, 4 May, 2023.

GADBERRY, S. *et al.* Meta-analysis of the effects of monensin on performance of beef replacement heifers and beef cows. **Translational Animal Science**, v. 6, n. 3, 2022. DOI: 10.1093/tas/txac086.

HUHTANEN, P. *et al.* Quantifying ruminal digestion of organic matter and neutral detergent fiber using the omasal sampling technique in cattle--a meta-analysis. **Journal of dairy science**, v. 93, n. 7, p. 3203–3215, 2010. DOI: 10.3168/JDS.2009-2988

IBRAHIM, M. E. E. D.; ALQURASHI, R. M. Anti-fungal and antioxidant properties of propolis (bee glue) extracts. **International Journal of Food Microbiology**, v. 361, n. 16, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109463>.

ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Green propolis extract as additive in the diet for lambs in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1991–1996, 2011. DOI: 10.1590/S1516-35982011000900021.

JIANG, Y.; *et al.* Effects of the higher concentrate ratio on the production performance, ruminal fermentation, and morphological structure in male cattle-yaks. **Vet Med Science**, v. 8, n. 2, p. 771-780, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/vms3.678>.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347–358, 1996. DOI 10.1016/0377-8401(95)00837-3.

- LU, C. D. Nutrient Utilization, Requirements and Nutrigenomics in Sheep and Goats. **Small Ruminant Research**, v. 227, p. 29, 2024. DOI: 10.20944/preprints202405.1956.v1.
- MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Effects of Ionophores on Ruminal Function of Beef Cattle. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2871, 2021. DOI 10.3390/ANI11102871
- MEDA, A. *et al.* Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571–577, 2005. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2004.10.006
- MERTENS, D. R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. **Fed Proc**, v. 36, n. 2, p.187-92, 1977. PMID: 557000.
- MERTENS, D. R. **NDF and DMI-Has anything changed**. In: Proc. Cornell Nutr. Conf., Syracuse, NY. Pp. 2010. p. 160-174
- MONSALVE, J. G.; MILLEN, D. D. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, p. 1518571, 2025. DOI: 10.3389/FVETS.2025.1518571.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press, Washington, D.C, 2007.
- NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**: Eighth Revised Edition. 8th ed. Washington (DC): National Academies Press (US), 30 Aug. 2021. DOI: 10.17226/25806. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600592/>. Accessed: 10 Dec. 2025
- ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal Animal Science**, v. 63, n. 5, p.1624-33, 1986. DOI: 10.2527/jas1986.6351624x. PMID: 3793653.
- ORSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal agric. Science Camb**, v. 92, p. 499–503, 1970. DOI: 10.1017/S0021859600063048
- PALMONARI, A.; FEDERICONI, A.; FORMIGONI, A. Animal board invited review: The effect of diet on rumen microbial composition in dairy cows. **Animal**, v. 18, n. 10, p. 101319, 2024. DOI: 10.1016/J.ANIMAL.2024.101319.
- PARENTE, H. N. *et al.* Increasing levels of concentrate digestibility, performance and ingestive behavior in lambs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 186–194, 2016. DOI: 10.1590/S1519-99402016000200006.
- PETRI, R. M. *et al.* Characterization of the core rumen microbiome in cattle during transition from forage to concentrate as well as during and after an acidotic challenge. **PloS one**, v. 8, n. 12, 2013. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0083424
- PLAIZIER, J. C. *et al.* Review: Enhancing gastrointestinal health in dairy cows. **Animal**, v. 12, n. 2, p. s399–s418, 2018. DOI: 10.1017/S1751731118001921
- PRADO, O. P. P. *et al.* Efeito da adição de própolis e monensina sódica na digestibilidade e características ruminais em bubalinos alimentados com dieta à base de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 2055–2065, 2010. DOI: 10.1590/S1516-35982010000900026
- RIBEIRO, R. V. *et al.* A meta-analysis of the effects of monensin supplementation on beef cattle performance, digestion and ruminal parameters in three feeding systems. **Animal Feed**

Science and Technology, v. 324, p. 116301, 2025. DOI: 10.1016/J.ANIFEEDSCI.2025.116301

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of Ionophores on Ruminal Fermentation. **Applied and environmental microbiology**, v. 55, n. 1, p. 1–6, 1989.

SILVA, F. G. B. *et al.* Propolis extract and sodium monensin on ruminal fermentation and hematological parameters in sheep. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 37, n. 3, p. 273–280, 2015. DOI: 10.4025/ACTASCIANIMSCI.V37I3.25725

SILVA, N. I. S. *et al.* Green propolis extract derived from *Mimosa tenuiflora* as an additive in the diet of sheep. **Tropical animal health and production**, v. 57, n. 67, p. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-025-04301-1>.

SILVA, T. I. S. *et al.* Feedlot performance, rumen and cecum morphometrics of Nelore cattle fed increasing levels of diet starch containing a blend of essential oils and amylase or monensin. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1090097, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/FVETS.2023.1090097/BIBTEX>

SPEARS, J. W. Ionophores and Nutrient Digestion and Absorption in Ruminants. **The Journal of Nutrition**, v. 120, n. 6, p. 632–638, 1990. DOI: 10.1093/JN/120.6.632

SQUIZATTI, M. M. *et al.* Shortening the adaptation of Nelore cattle to high-concentrate diets using only virginiamycin as sole feed additive negatively impacts ruminal fermentation and nutrient utilization. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1089903, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/FVETS.2023.1089903/BIBTEX>

STRADIOTTI, D. *et al.* Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1086–1092, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000400029

TIVERON, A. P. *et al.* Chemical characterization and antioxidant, antimicrobial, and anti-inflammatory activities of South Brazilian organic propolis. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165588>.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

VARELA, A. M. G. *et al.* The effect of propolis extract on milk production and composition, serum biochemistry, and physiological parameters of heat-stressed dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, n. 4, p. 1–8, 2023. DOI: 10.1007/S11250-023-03647-8/METRICS

VELÁZQUEZ, E. *et al.* Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. **Fitoterapia**, v. 74, n. 1–2, p. 91–97, 2003. DOI: 10.1016/S0367-326X(02)00293-9

WANAPAT, M. *et al.* The application of omics technologies for understanding tropical plants-based bioactive compounds in ruminants: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 15, n. 1, p. 1–15, 2024. DOI: 10.1186/S40104-024-01017-4.

WEISS W. P, CONRAD H. R, PIERRE N. S. A theoretically based model to predict the total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v. 39, n. 1–2, p. 95–110, 1992.

YANG, C. M.; RUSSELL, J. B. The effect of monensin supplementation on ruminal ammonia accumulation in vivo and the numbers of amino acid-fermenting bacteria. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 12, p. 3470–3476, 1993. DOI: 10.2527/1993.71123470X.

ZAWADZKI, F. *et al.* Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 20, p. 16–25, 2011.

CAPÍTULO 4 – EFEITOS DA SALINOMICINA E DO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE SOBRE DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS

ARTIGO EXPERIMENTAL 3

SERÁ SUBMETIDO NA REVISTA SMALL RUMINANT RESEARCH

Qualis capes (2021 – 2024): A2 (Zootecnia / Recursos Pesqueiros)

Fator de impacto: 1,4

RESUMO: Objetivou-se avaliar a oferta de extrato de própolis verde (EPV) de *Mimosa tenuiflora* ou salinomicina (SAL) sobre o consumo, comportamento ingestivo, bioquímica sérica, desempenho, características de carcaça, composição tecidual e qualidade de carne de cordeiros recebendo dietas de alto concentrado. Foram utilizados 21 cordeiros machos da raça Santa Inês, com idade de 5 ± 1 meses e peso de $17,08 \pm 2,36$ kg, distribuídos em três dietas: controle (CON); CON + 24 mg/kg/MS de SAL (SAL); CON + 24 ml/dia de EPV (EPV). Os cordeiros foram confinados por 90 dias. O consumo de nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho e peso da carcaça dos cordeiros não foram influenciados ($P>0,05$) pelos aditivos. Entretanto, o pH e o grau de engorduramento foram maiores ($P<0,05$) para carcaças de animais recebendo SAL. Não houve diferenças ($P>0,05$) nos atributos químicos, físicos e na oxidação lipídica da carne. A carne de cordeiros CON apresentou maior ($P<0,05$) escore de sabor, textura e suculência, mas não houve diferença ($P>0,05$) na intenção de compra da carne. O extrato de própolis verde pode substituir a salinomicina em dietas de cordeiros confinados sem comprometer o desempenho ou a qualidade da carne.

Palavras-chave: Aditivos zootécnicos; carne ovina; confinamento; distúrbios metabólicos; própolis verde.

ABSTRACT: This study was designed to evaluate the effects of green propolis extract (GPE) from *Mimosa tenuiflora*, and salinomycin (SAL) on feed intake, ingestive behavior, serum biochemistry, performance, carcass characteristics, tissue composition, and meat quality of lambs receiving high-concentrate diets. Twenty-one male Santa Inês lambs, aged 5 ± 1 months and weighing 17.08 ± 2.36 kg, distributed into three diets: control (CON); CON + 24 mg SAL/kg dry matter DM of SAL; CON + 24 mL GPE/day of GPE. The lambs were confined for 90 days. The inclusion of the additives did not affect intake, intake, ingestive behavior, performance, or carcass weight ($P > 0.05$). However, the pH and the degree of fattening were higher ($P < 0.05$) for in carcasses of animals receiving SAL. There were no differences ($P > 0.05$) in the chemical, physical, and lipid oxidation attributes of the meat. The meat of CON lambs presented a higher ($P < 0.05$) flavor, texture, and juiciness score. However, there was no difference ($P > 0.05$) in the meat purchase intention to purchase the meat. Green propolis extract can replace salinomycin in diets of confined feedlot lambs without compromising performance or meat quality.

Keywords: confinement; green propolis; metabolic disorders; sheep meat; zootechnical additives.

1. Introdução

A suplementação com grãos tem sido adotada como estratégia para acelerar o ciclo de produção e aumentar a produtividade de cordeiros (Wang *et al.*, 2020). Dietas com alto teor de concentrado promovem maior ingestão de energia, resultando em melhorias no ganho de peso, na eficiência alimentar, refletindo diretamente sobre o rendimento e as características de carcaça dos animais (Huang *et al.*, 2023; Ge *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2020). Além disso, a composição da dieta e a disponibilidade de nutrientes influenciam a deposição de tecidos corporais, podendo alterar parâmetros importantes de qualidade da carne, como o grau de acabamento, composição tecidual e propriedades físico-químicas do músculo (Huang *et al.*, 2023). Contudo, o uso prolongado de ingredientes altamente fermentescíveis pode desencadear distúrbios metabólicos e inflamatórios (Ge *et al.*, 2023; Nagaraja; Titgemeyer, 2007), exigindo a inclusão de aditivos que promovam estabilidade ruminal (Clemmons; Voy; Myer, 2019; Kholif; Olafadehan, 2021; Rivera-Chacon *et al.*, 2022).

Entre os aditivos mais utilizados estão os antibióticos ionóforos (Fernandes *et al.*, 2024; Monsalve; Millen, 2025), como a salinomina, reconhecidos por sua capacidade de modular a fermentação ruminal, melhorar a eficiência alimentar e reduzir a produção de metano (Marques; Cooke, 2021). Esses compostos também favorecem a retenção de nitrogênio e a prevenção de acidose ruminal (Bergen; Bates, 1984; Silva *et al.*, 2021). No entanto, o uso de aditivos químicos vem sendo progressivamente restringido, devido ao risco de resíduos em produtos de origem animal e à preocupação com a resistência antimicrobiana (Ibrahim *et al.*, 2025).

Diante disso, compostos fitogênicos como a própolis têm sido investigados como alternativas naturais com potencial antimicrobiano, antioxidante e modulador da microbiota ruminal (Chen *et al.*, 2018; Ibrahim; Alqurashi, 2022; Vasta *et al.*, 2019). A própolis, uma resina produzida por abelhas a partir de exsudatos vegetais, apresenta grande diversidade química e biológica, variando conforme a origem botânica e geográfica (Przybyłek; Karpiński, 2019; Saad *et al.*, 2022). Entre as mais conhecidas, destacam-se a própolis vermelha (*Dalbergia ecastophyllum*), rica em isoflavonoides (Rodrigues *et al.*, 2020); a própolis marrom, frequentemente associada a fontes como alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*) e assa-peixe (*Vernônia polyanthes*) (Ítavo *et al.*, 2019) e a própolis verde, tradicionalmente vinculada a diferentes espécies vegetais e reconhecida pelo elevado teor de compostos fenólicos e flavonoides bioativos (Athanasios; Bankova; Popova, 2023; Ferreira & Negri, 2017).

No semiárido brasileiro, uma variedade específica de própolis verde, originada predominantemente da *Mimosa tenuiflora*, tem despertado interesse crescente devido à sua composição química singular e à elevada concentração de compostos fenólicos, com reconhecida atividade biológica (Melo *et al.*, 2014; Nascimento *et al.*, 2018). Apesar desse potencial, os estudos avaliando o uso do extrato dessa própolis em ruminantes ainda são incipientes. Até o momento, apenas um trabalho demonstrou que a suplementação com 24 mL/dia de extrato hidroalcoólico da própolis verde de *M. tenuiflora* não compromete o aproveitamento dos nutrientes e pode potencializar a resposta imune e a função hepática de ovinos, sem prejuízos ao metabolismo animal (Silva *et al.*, 2025). Contudo, permanecem escassas as informações acerca dos efeitos desse extrato sobre o desempenho produtivo, as características de carcaça e a qualidade da carne em sistemas de terminação intensiva.

Diante dessa lacuna de conhecimento, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de extrato hidroalcoólico de própolis verde (*M. tenuiflora*) ou salinomicina sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, constituintes não carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado.

2. Material e métodos

2.1 Período e localização do experimento

O experimento foi conduzido no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Pequenos Ruminantes (NEPPER), pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), campus Mossoró/RN, localizado a 5°12'48" de latitude Sul e 37°18'44" de longitude Oeste. A pesquisa foi previamente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFERSA (CEUA/UFERSA), sob o protocolo nº 23/2021. O período experimental teve duração total de 90 dias, compreendendo uma fase inicial de 15 dias para adaptação dos animais às dietas e instalações, realizada entre os meses de março e maio de 2024.

2.2 Obtenção da própolis e confecção do extrato

As amostras brutas de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* foram adquiridas de apiários localizados nos municípios de Pau dos Ferros/RN, Limoeiro/CE e Vieirópolis/PB. As amostras passaram por processo de limpeza manual, para remoção das impurezas (como fragmentos de cascas ou insetos mortos) e em seguida foram trituradas em um triturador de grãos. Para a obtenção do extrato, 30 g da própolis moída foi armazenada em frascos de vidros, sendo adicionado 100 mL de solução hidroalcoólica a 70% graus GL, permanecendo em repouso por um período de 12 dias em local escuro. Após esse período, o material foi centrifugado e em seguida o extrato foi armazenado em frascos de vidro de coloração âmbar em ambiente refrigerado, conforme metodologia descrita por (Stradiotti *et al.*, 2004).

O extrato hidroalcoólico foi submetido à caracterização fitoquímica para determinação da atividade antioxidante, do teor de fenóis totais e de flavonoides totais. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método de redução do radical livre DPPH, segundo Velázquez *et al.* (2003) com adaptações. Aliquotas de 1,0 mL do extrato (1 a 5 ppm) foram misturadas com 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL) e mantidas em repouso, ao abrigo da luz, por 15 minutos. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (Gehaka UV-340G) a 517 nm, utilizando metanol como controle. O percentual de inibição foi calculado pela fórmula:

$$\text{Inibição (\%)} = [(\text{Abs. controle} - \text{Abs. amostra}) / \text{Abs. controle}] \times 100.$$

O teor de fenóis totais foi determinado pelo reagente de Folin-Ciocalteu, conforme Meda *et al.* (2005), utilizando aliquotas de 0,5 mL do extrato (20 ppm), às quais foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (0,2 N) e, após 5 minutos, 2 mL de carbonato de sódio (75 g/L). A mistura permaneceu em repouso por duas horas ao abrigo da luz e foi então

analisada. A absorvância foi medida em espectrofotometria Gehaka modelo UV-340G a 760nm, utilizando branco metanol. Os resultados obtidos foram extrapolados em curva de calibração obtida com padrão ácido gálico (20 a 200 ppm), e expressos em gramas equivalente ácido gálico (EAG)/100 mL de extrato.

O teor de flavonoides totais foi determinado conforme Meda *et al.* (2005), com adaptações. Alíquotas de 5,0 mL do extrato (20 ppm) foram misturadas com 5 mL de solução de cloreto de alumínio a 2% e, após 10 minutos de reação, a absorvância foi lida no espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 415 nm, utilizando como branco a amostra com metanol sem $AlCl_3$ para cada amostra. Os resultados foram expressos em gramas de equivalente quercetina (EQ)/100 mL de extrato, utilizando curva padrão de quercetina (5 a 50 mg/L).

2.3 Animais e tratamentos testados

Foram utilizados 21 cordeiros mestiços (Dorper x Santa Inês), machos, não castrados, com peso vivo inicial de $17,08 \pm 2,36$ kg e idade média de cinco meses, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram alojados em baias individuais e numeradas conforme o animal e tratamento, com área útil de 1,2 m² (1m x 1,2m). As instalações apresentavam piso cimentado e piso de chão de terra batida, permitindo aos animais expressarem comportamentos naturais. As baias eram parcialmente cobertas, proporcionando acesso tanto à sombra quanto à luz solar direta, o que favorecia o conforto térmico e a livre escolha de permanência dos cordeiros. Cada baia estava equipada com cochos e bebedouros. No início do experimento, os animais foram pesados, identificados com colares numerados, vermifugados (Dectomax - Zoetis®, Nova Jersey, EUA) e vacinados contra clostridioses (Resguard Multi - Biovet®, São Paulo, BR), seguindo o protocolo sanitário recomendado para a espécie.

As dietas experimentais diferiram somente para a inclusão ou não dos aditivos sendo denominados: 1) dieta controle, sem aditivos (CONT); 2) dieta suplementada com 24 mg/kg/MS de salinomicina – Saligran G120 ® (SAL); e 3) dieta suplementada com 24 mL de extrato hidroalcoólico de própolis verde (*M. tenuiflora*) (EPV). A salinomicina foi previamente incorporada ao concentrado da dieta, enquanto o extrato de própolis foi administrado individualmente com o auxílio da pistola dosadora (Walmur®, modelo 91 - 50ml) diretamente na boca dos animais. A dosagem do extrato de própolis foi dividida em duas ofertas, aproximadamente 30 minutos após o fornecimento de cada refeição. Para evitar possíveis vieses no grupo controle e salinomicina, os animais receberam água pela mesma via e no mesmo

momento em que os demais recebiam o extrato de própolis. Cada tratamento contou com sete repetições, totalizando 21 unidades experimentais.

2.4 Consumo dos nutrientes

As rações foram oferecidas na forma de mistura completa, distribuída em duas refeições diárias (8 e 16h). A oferta de alimento foi ajustada a cada três dias com base nas sobras pesadas diariamente. O consumo a vontade foi garantido com sobras correspondentes a 10% do total de matéria seca ofertada.

As quantidades da dieta fornecida e as sobras foram registradas diariamente para determinar a ingestão. Assim, a ingestão de nutrientes se deu pela diferença na composição química entre as amostras de ração fornecidas e as sobras coletadas. As amostras das dietas fornecidas e das sobras foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -15 °C até a realização das análises.

O consumo alimentar residual (CAR) individual foi calculado pela diferença entre o CMS observado e o CMS predito (CMSp) em função do GMD e do PC médio metabólico (PCm^{0,75}). Para obtenção do CMSp foi gerada a equação de regressão a seguir: CMSp = -0,3538 + (1,3379 × GMD) + (0,0843 × PCm^{0,75}); r² = 0,95.

2.5 Composição e análises da dieta

A dieta dos animais foi a mesma para todos os tratamentos, sendo composta de volumoso e concentrado numa relação de 20:80, respectivamente. O concentrado foi formulado de acordo com o NRC (2007), para um ganho diário de 200g/dia, em uma dieta isoproteica, formulada com milho, farelo de soja, farelo de trigo, sal comum, núcleo mineral para ovinos e calcário calcítico. Como volumoso, utilizou-se feno de capim Tifton 85, previamente triturado. A composição química e o percentual de inclusão dos ingredientes das dietas experimentais encontram-se dispostos na tabela 1.

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%).

Ingredientes	Tratamentos		
	CONT ¹	SAL ²	EPV ³
Feno de Tifton 85	20	20	20
Milho grão	58,37	58,37	58,37
Farelo de trigo	12,04	12,04	12,04
Farelo de soja	7,84	7,84	7,84
Sal marinho	0,72	0,72	0,72
Núcleo mineral*	0,72	0,72	0,72

Calcário	0,36	0,36	0,36
Total	100	100	100
<i>Composição química</i>			
	Feno Tifton	Concentrado	Dieta
Matéria seca	93,44	92,29	92,52
Matéria mineral	8,8	4,08	5,02
Extrato etéreo	2,23	3,65	3,37
Proteína bruta	11,99	13,47	13,17
FDNcp ⁴	69,08	12,3	23,66
CNF ⁵	7,9	66,5	54,78
NDT (%) ⁶	77,17	66,67	79,50
EM (Mcal de EM/kg de MS) ⁷	3,51	2,46	3,58

*Níveis de garantia: Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Sódio 147 g; Enxofre 18 g; Cobalto 40 mg; Cobre 590 mg; Iodo 80 mg; Cromo 20 mg; Manganês 1300 mg; Selênio 15 mg; Zinco 3800 mg; Ferro 1800 mg; Molibdênio 10 mg; Flúor (máx.) 870 mg. ¹Controle; ²Salinomicina; ³Extrato de própolis verde; ⁴Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; ⁵Carboidratos não fibrosos; ⁶Nutrientes digestíveis totais; ⁷Energia metabolizável obtida por Weiss *et al.* (1992).

Semanalmente foram realizadas amostragens das sobras de cada animal, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas. Antes das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, secas em estufa de circulação forçada (Modelo TE-394/2-MP, Tecnal®, Brasil) a 55°C, por 72 horas, e processadas em moinhos do tipo Willey (Modelo R-TE-680, Tecnal®, Brasil), com peneira de malha 1 mm para, em seguida, proceder com as análises de composição química.

As amostras foram analisadas quanto a seus constituintes químicos usando os métodos descritos na AOAC (2000) para matéria seca (MS) (Método n° 934.01), matéria mineral (MM) (Método n° 942.05), proteína bruta (PB) (Método n° 981.10), extrato etéreo (EE) (Método n° 920.39). A fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (NDFap) e a fibra insolúvel em detergente ácido, foram analisadas de acordo com a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991), com adaptações feitas por Mertens *et al.* (2010) e Licitra *et al.* (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Detmann; Valadares Filho (2010). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e a energia metabolizável (EM) das dietas foram estimados de acordo a equação descrita por Weiss *et al.* (1992).

2.6 Comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo foi analisado no 45° dia do período experimental para determinar as variáveis comportamentais (ociosidade, ruminação, alimentação) no início e ao

final do experimento. Os cordeiros foram observados pessoalmente por um avaliador treinado durante 24 horas (começando às 6 h:00 min de um dia e terminando às 6 h:00 min do dia seguinte) por meio de escaneamento instantâneo, em intervalos de 5 minutos, de acordo com a metodologia descrita por Martin e Bateson (1986).

O número de mastigações por bolo ruminado (n° /bolo) e o tempo gasto para ruminar cada bolo (seg/bolo) foram determinados por meio de observação direta, simultaneamente com as observações das variáveis comportamentais usando um cronômetro digital. Foram feitas observações de três bolos ruminais por animal em três períodos diferentes do dia (10 h:00 min-12 h:00 min, 14 h:00 min-16 h:00 min e 18 h:00 min-20 h:00 min). As eficiências de alimentação e ruminação em matéria seca (g)/hora e fibra insolúvel em detergente neutro (g)/hora foram calculadas dividindo a ingestão pelo tempo total gasto na alimentação e/ou ruminação durante 24 horas, respectivamente (Polli *et al.*, 1996; Bürger *et al.*, 2000).

2.7 pH ruminal, pH fecal e circunferência abdominal

O fluido ruminal foi coletado cinco dias antes do abate, ao final do período experimental, para determinação do pH. Aproximadamente 100 mL de amostras de fluido ruminal foram obtidos por cateter esofágico três horas após a alimentação matinal. A sonda esofágica foi acoplada a uma bomba de vácuo (Modelo 131, Primatec®, Brasil). O material sugado pela sonda foi filtrado em uma gaze dupla de algodão. Após a filtração, o pH foi imediatamente determinado utilizando um potenciômetro digital (Modelo PG1800, Gehaka®, Brasil).

Para a determinação do pH fecal, amostras foram coletadas diretamente do reto de cada cordeiro, três horas após o fornecimento da refeição matinal. Em seguida, uma subamostra de 15 g de fezes foi homogeneizada com 100 mL de água destilada deionizada, e o pH foi mensurado com auxílio de um peagâmetro microprocessado devidamente calibrado. A circunferência abdominal foi avaliada 45 minutos após a alimentação matinal, utilizando-se uma fita métrica posicionada ao redor da região mais volumosa do abdômen dos animais.

2.8 Bioquímica sanguínea e urinária

Usando tubos Vacutainer, o sangue dos animais foi coletado por punção da veia jugular no início e ao final do experimento, quatro horas após a alimentação matinal. As amostras sem anticoagulante foram centrifugadas (Modelo SH120, Global®, Brasil) a 5.000 rpm por 15 minutos, identificadas, armazenadas em minitubos Eppendorf e congeladas a -15

°C. Posteriormente, os minitubos contendo as amostras foram descongelados em temperatura ambiente e analisados para determinar as concentrações de proteínas totais, albumina, globulina, glicose, creatinina, ureia, triglicerídeos, colesterol, gama glutamil transaminase (GGT), fosfatase alcalina (FA) e aspartato transaminase (AST), usando kits comerciais (Kit comerciais, Labtest®, Brasil), com o auxílio de um de um analisador bioquímico semiautomático (Modelo LB-B200, Bioplus, Brasil), conforme indicado pelo fabricante.

A urina foi coletada por meio de micção espontânea, após prévia antisepsia do prepúcio dos animais com água corrente e solução degermante (clorexidina 2%). Foram coletados, no mínimo, 10 mL de urina de cada animal, desprezando os jatos iniciais, acondicionando o material em coletores universais estéreis e caixas isotérmicas. As amostras foram transportadas ao Laboratório de Diagnósticos em Patologia Clínica Veterinária (PCVET), localizado na UFERSA, para realização das análises dentro de 4 horas.

As análises bioquímicas da urina foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático (Bioplus modelo BIO-2000), com utilização de reagentes para determinação de Gama Glutamil Transferase urinária (GGTu) (Gama GT Cinético Bioclin®), teor de proteína (Pu) urinária (Bioprot U/LCR Bioclin®) e creatinina (CREAu) urinária (Creatinina Automação Bioclin®), com subsequente cálculo da relação proteína-creatinina (UPC).

Os valores obtidos de CREAu foram corrigidos multiplicando por 25, visto que na realização da análise as amostras precisaram ser diluídas na proporção 1:25 com água destilada. Para o valor de GGtu, a correção aplicada foi descrita por Schepper (1989) onde utilizam-se os dois últimos dígitos da densidade e multiplica-se pelo valor encontrado de GGtu.

2.9 Performance e medidas biométricas

O ganho de peso dos animais foi verificado por pesagens quinzenais. Os animais foram submetidos a jejum de alimento sólido por 16h antes das pesagens. O ganho de peso total (GPT) foi obtido pela diferença entre o peso corporal final e o inicial, enquanto o ganho médio diário (GMD) foi obtido pelo GPT dividido pelo período de confinamento. A conversão alimentar foi obtida pelo consumo de matéria seca (CMS) (g/dia) dividido pelo GMD (g/dia). Analogamente a eficiência alimentar foi obtida pelo GMD (g/dia) dividido pelo CMS (g/dia).

Com os animais em jejum e em estação, posicionados com membros firmemente apoiados e aprumados, tomou-se, com auxílio de fita métrica graduada em centímetros, as seguintes medidas biométricas *in vivo*: altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG),

perímetro torácico (PT), comprimento de garupa (CG), largura de garupa (LG), largura do peito (LP), profundidade torácica (PT), perímetro de perna (PP) e comprimento de perna (CP). O índice de compacidade corporal (ICC) foi obtido pela razão entre o peso vivo em jejum (kg) e o comprimento corporal (cm) de cada animal (Yáñez *et al.*, 2004).

2.10 Pesos e os rendimentos de carcaça

Decorridos o período de confinamento, os animais foram casualizados em uma ordem de abate e submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. No momento do abate, os animais foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), insensibilizados por concussão cerebral por meio de percussão não penetrativa, suspensos pelos membros posteriores através de correntes e sangrados por cisão das artérias carótidas e veias jugulares, de acordo com Brasil (2021).

Ainda suspensos, os animais foram esfolados manualmente utilizando-se facas comuns, segundo metodologia de Cezar e Souza (2007). A cabeça foi separada pela secção das vértebras cervicais na articulação atlanto-occipital, as patas foram obtidas pela secção dos membros anteriores nas articulações carpo metacarpianas e dos membros posteriores nas articulações tarso-metatarsianas.

Os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica foram extraídos e tiveram seus pesos registrados. O conteúdo do trato gastrointestinal foi quantificado por diferença entre os pesos do trato gastrointestinal cheio e vazio. O PCA subtraído do conteúdo gastrointestinal correspondeu ao peso do corpo vazio (PCV) (Cezar e Souza, 2007; Silva Sobrinho, 2001). O animal sangrado, decapitado, esfolado, eviscerado, amputado e com rins e gordura perirrenal constituiu a carcaça quente. Obtido os pesos de carcaça quente (PCQ), estas foram conduzidas à câmara fria, com temperatura média de 4°C, onde permaneceram por 24h suspensas em ganchos próprios pelo tendão do calcâneo.

O pH (24h) foi determinado com auxílio de um medidor digital portátil de pH com sonda de penetração (marca Hanna Instrument, mod. HI99163). O peso da carcaça após 24h resfriamento correspondeu ao peso da carcaça fria (PCF). Também foram quantificadas as perdas por resfriamento (PPR %) através da fórmula: $PPR (\%) = (PCQ - PCF / PCQ) \times 100$ (Silva Sobrinho, 2001).

Ainda suspensas, foram realizadas as seguintes medidas morfométricas nas carcaças frias: comprimento interno de carcaça, comprimento externo de carcaça, comprimento

de perna, perímetro do tórax, perímetro de garupa, profundidade do tórax, largura do tórax e largura de garupa, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007). O índice de compacidade da carcaça (ICC) foi obtido pela seguinte fórmula $ICC (kg/cm) = PCF/comprimento \text{ interno de carcaça}$ e $ICP = largura \text{ de garupa}/comprimento \text{ de perna}$.

A gordura perirrenal foi avaliada subjetivamente por meio de escore de 1 a 3, considerando a quantidade de gordura presente ao redor dos rins na cavidade abdominal, em que: 1 = rim esquerdo sem cobertura de gordura; 2 = rim esquerdo totalmente coberto e o direito parcialmente coberto; e 3 = ambos os rins cobertos por uma espessa camada de gordura.

Após as mensurações na carcaça fria, foram retirados os rins e a gordura perirrenal, que foram subtraídas do PCQ e PCF para cálculo dos rendimentos da carcaça quente (RCQ), da carcaça fria (RCF) e verdadeiro (RV) pelas seguintes fórmulas: $RCQ (\%) = (PCQ/PCA) \times 100$; $RCF (\%) = (PCF/PCA) \times 100$ e $RV (\%) = (PCQ/PCV) \times 100$, respectivamente (Silva Sobrinho, 2001).

A espessura da gordura subcutânea do lombo foi medida com o auxílio de um paquímetro, obtida a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *Longissimus dorsi*, da linha dorso-lombar (Figura 1).



Figura 1 – Medição da espessura da gordura subcutânea. Fonte: Autoria própria.

Concluídas as medições na carcaça, a paleta esquerda de cada animal foi retirada, embalada a vácuo em saco de polietileno de alta densidade, envolta em papel-alumínio para minimizar a oxidação lipídica, devidamente identificada e armazenada em freezer para análises posteriores (Figura 2).



Figura 2 – Separação da paleta esquerda da carcaça ovina (a); Paleta esquerda sendo embalada a vácuo (b); paleta embalada à vácuo e identificada (c); paletas envoltas em papel alumínio e armazenadas em freezer para análises posteriores (d). Fonte: Autoria própria.

A composição tecidual das paletas foi realizada através da dissecação, conforme método descrito por Cezar e Sousa (2007). Foram utilizados bisturi e pinça para separação dos diferentes tecidos, a saber: gordura subcutânea, gordura intermuscular, músculo, osso e outros tecidos. Após a dissecação, foram discriminados os principais grupos musculares e quantificados os pesos e os rendimentos dos tecidos dissecados. Os rendimentos foram calculados em relação ao peso da paleta reconstituída. Foram obtidas as relações músculo:osso e músculo:gordura.

2.11 Análises físicas da carne

As análises físicas da carne foram conduzidas no Laboratório de Análises Instrumentais e Sensoriais (LANIS) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), onde foram avaliados os seguintes parâmetros: cor (instrumental e subjetiva), capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC) e força de cisalhamento. Todas as análises foram realizadas utilizando amostras do músculo *Musculus infraspinatus* cuidadosamente selecionadas para garantir uniformidade entre os tratamentos. As amostras foram previamente descongeladas sob refrigeração (4 ± 1 °C) por 24 horas, seguindo-se os procedimentos metodológicos específicos para cada variável analisada.

Para a avaliação da cor da carne, as amostras foram expostas ao oxigênio atmosférico por 30 minutos, para permitir a oxigenação e a estabilização da oximioglobina na superfície do tecido muscular. Em seguida, realizou-se a avaliação instrumental da cor (Figura 3) por meio de um colorímetro portátil (KONICA MINOLTA, modelo CM-700d/600d) operando no sistema CIELAB (L^* , a^* , b^*), sendo L^* a luminosidade, variável do preto (0%) ao branco (100%); a^* a intensidade da cor vermelha, variável do verde (-a) ao vermelho (+a); e b^* a intensidade da cor amarela, variável do azul (-b) ao amarelo (+b). Para cada amostra, foram realizadas três medições em diferentes pontos da superfície do músculo, e os valores médios obtidos foram utilizados para representar a coloração da carne.

Posteriormente, a coloração foi também avaliada de forma subjetiva, conforme as recomendações da American Meat Science Association – AMSA (2012). A análise foi realizada na superfície oxigenada do músculo por uma equipe previamente treinada, utilizando uma escala visual de 1 a 7 pontos, na qual 1 representava carne extremamente pálida e 7 representa carne extremamente escura. As avaliações ocorreram sob iluminação controlada, com luz branca fluorescente de espectro completo, em ambiente padronizado e livre de interferência de luz natural (Figura 3). As amostras foram analisadas individualmente, de forma aleatória, para minimizar possíveis vieses.

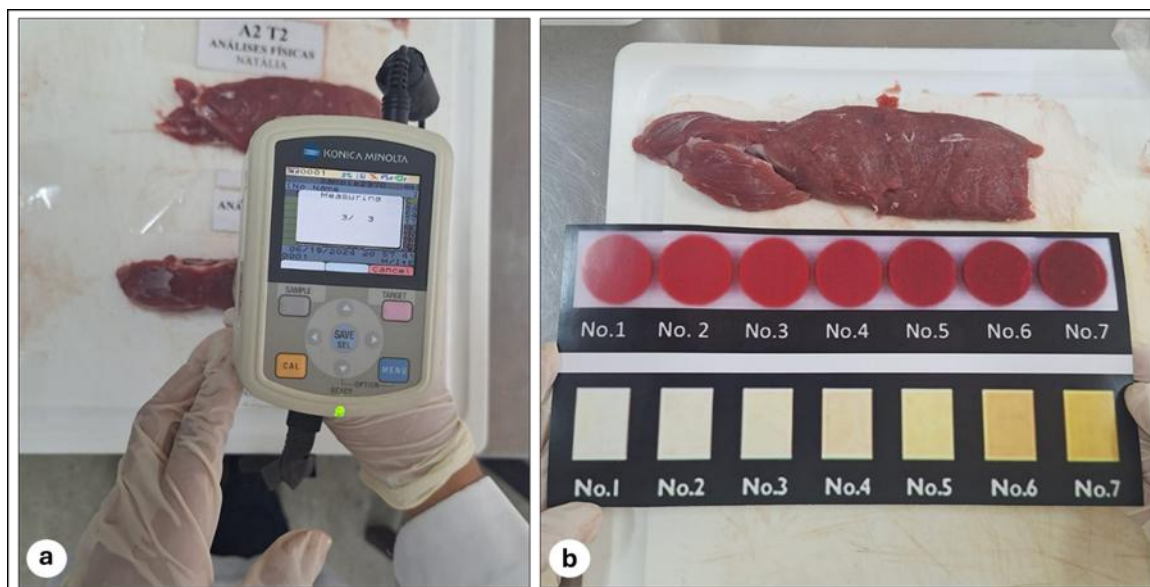


Figura 3 – Avaliação instrumental (a) e subjetiva da cor da carne (b). Fonte: Autoria própria.

A CRA foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Hamm (1960), com algumas modificações. Foram pesados cubos de carne de 2g e em seguida colocados entre dois papéis de filtro, isolando-se a parte inferior e superior com placas de Petri. Em seguida, foi colocado um peso de 5kg sobre as placas por um período de cinco minutos (Figura 4). Após esse período de prensagem, as amostras foram removidas do papel filtro e foram pesadas novamente.



Figura 4 – Prensagem (a) e retirada do sulco da carne (b). Fonte: Autoria própria.

As determinações das PPC foram realizadas através do corte do músculo seccionado transversalmente em três amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura. As amostras foram pesadas em balanças semianalíticas da Tecnal B-TEC-2109, embaladas em sacos plásticos de polietileno do tipo zip lock, que garantem fechamento hermético, e foram lacradas com e acomodadas em banho maria a uma temperatura de, aproximadamente, 100°C, até que a temperatura do centro geométrico atingisse $75 \pm 2^\circ\text{C}$, conforme Honikel (1998). Em seguida as amostras foram retiradas dos saquinhos, ainda com temperatura superior a 70°C, e foram resfriadas em temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final da amostra indicou a perda de peso por cocção em gramas, de acordo recomendado por (Duckett *et al.*, 1998).

Após a cocção, foram retiradas de quatro a oito subamostras na forma de cilindros, com um vazador de 1,27 cm de diâmetro, no sentido longitudinal da fibra. A força necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi registrada em texturômetro (TEXTURE ANALYZER TA XT-125), acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler (HDP/WBV), com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20cm/min.

2.12 Análise centesimal da carne

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Nutrição Animal (LANA) da UFERSA. Para a determinação da umidade, pesou-se, aproximadamente 3,0000g ($\pm 0,0001\text{g}$) do músculo *Musculus supraspinatus*, adicionados em cadinhos e levados a estufa a uma temperatura de 100 a 105°C por 4 h. Decorrido esse período, as amostras foram retiradas e colocados em dessecador durante 30 minutos, com posterior pesagem (Procedimento 925.09 - AOAC, 2010).

A determinação da matéria mineral foi obtida de acordo o método gravimétrico 923.03 da AOAC (2010). Sequencialmente à análise de gordura, os resíduos desengordurados foram pesados e levadas ao forno mufla e a temperatura foi elevada gradualmente, com incrementos de 50 °C a cada 30 minutos, até atingir 550 °C. Em seguida, as amostras permaneceram nessa temperatura até completa incineração da matéria orgânica (aproximadamente 3 horas e meia) com obtenção de cinzas de coloração esbranquiçada e peso constante.

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme o procedimento 920.87 da AOAC (2010). A amostra foi digerida com ácido sulfúrico, destilada

com hidróxido de sódio e o nitrogênio liberado foi quantificado por titulação com ácido clorídrico. O valor de nitrogênio foi convertido em proteína bruta utilizando o fator 6,25.

A análise de gordura foi realizada pelo método de extração por Soxhlet, conforme descrito no método 960.39 da AOAC (2010). Neste procedimento, a gordura é extraída da amostra seca utilizando éter de petróleo em um aparelho de Soxhlet por 10 horas. Após a extração, o solvente é evaporado e o resíduo de gordura é pesado para determinar o teor de gordura da amostra.

2.13 Análise de oxidação lipídica

A oxidação lipídica da carne foi determinada pelo método das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), seguindo a metodologia proposta pela AMSA (2012), com adaptações. Foram pesados 0,5 g de amostra do músculo *Teres major*, em triplicata, e adicionados 2,5 mL de uma solução-mãe previamente preparada, composta por 30g de ácido tricloacético (TCA), 0,732g de ácido tiobarbitúrico (TBA) e 4,2 mL de ácido clorídrico (HCL) (0,25 M), avolumados para 200 mL com água destilada. As amostras foram homogeneizadas e submetidas ao aquecimento em banho-maria fervente (~100°C), por aproximadamente 10 minutos, até início da ebulição. Após o resfriamento, as soluções foram centrifugadas por 6 minutos a 4000 rpm, em tubos tipo Falcon de 15 mL. O sobrenadante obtido foi transferido para cubetas de vidro, e a leitura da absorbância foi realizada imediatamente em espectrofotômetro UV-visível, em comprimento de onda de 532 nm, utilizando como branco a solução-mãe. Os resultados foram expressos em valores de absorbância, correspondentes à intensidade da oxidação lipídica.

2.14 Análise microbiológica das carnes

Antes da realização da análise sensorial, as amostras foram submetidas à análise microbiológicas para verificação da sua adequação ao consumo, contemplando pesquisa de coliformes totais, bactérias mesófilas e *Salmonella* Spp., conforme a Resolução RDC nº 331/2019 e a IN 60/2019 que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos de alimentos e define as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor (Brasil, 2019).

2.15 Análise sensorial da carne

A avaliação sensorial foi realizada após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos (CAAE – 86671425.5.0000.5294), para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução 466/ 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2012)

(Anexo B). Os julgadores estavam cientes dos objetivos da pesquisa, segundo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A).

A primeira fase compreendeu o teste de aceitação, utilizando escala hedônica de 9 pontos, que varia de (9) gostei muitíssimo a (1) desgostei muitíssimo, sendo avaliados os atributos de cor, aparência, aroma, sabor, textura e a aceitação global. Avaliou-se também a intenção de compra do produto, utilizando escala hedônica adaptada de Dutcosky (2019), modificada de 5 para 3 pontos, sendo: (1) não compraria (2) indiferente e (3) compraria (Apêndice B) (Dutcosky, 2019).

Para isso, foram recrutados 70 julgadores não treinados, sendo 35 do gênero feminino e 35 do gênero masculino, consumidores habituais de carne ovina e que não possuíam algum tipo de alergia ou intolerância aos constituintes do alimento avaliado.

As amostras de carne (*Musculus subscapularis*) foram descongeladas por 24h sob refrigeração (4°C). Em seguida, porções de 25g de cada tratamento foram pesadas, identificadas e envolvidas em papel alumínio. O tratamento térmico foi realizado em forno pré-aquecido a 180°C até que a temperatura interna no centro geométrico atingisse 75°C, monitorada por termômetros digitais de penetração. Após o cozimento, as amostras foram mantidas aquecidas em béqueres submersos em banho-maria a 60°C até o momento da avaliação. Posteriormente, cada porção foi acondicionada em copos plásticos descartáveis (50 mL) codificados com números aleatórios de três dígitos e servida em bandejas plásticas, acompanhadas de biscoitos tipo água e sal para neutralização do sabor residual e água para lavagem do palato entre as amostras.

2.16 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio da plataforma SAS On Demand For Academics. Foram avaliadas premissas de normalidade e homogeneidade de variância dos dados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando necessário, os dados foram submetidos a transformação por meio dos escores normais de Blom utilizando procedimento PROC RANK. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do procedimento PROC MIXED, considerando-se o modelo a seguir:

$$Y_i = \mu_i + T_i + \epsilon_i$$

Onde; Y_i = variável dependente; μ_i = é a média geral; T_i = é o efeito fixo do tratamento (i = EPV, MON, VIR); e ϵ_{ijk} = é o erro aleatório não identificável. Quando os efeitos do tratamento

foram significativos, aplicou-se teste de comparação de médias de Tukey. Foi adotado nível de 5% de probabilidade para todos os procedimentos realizados.

As variáveis sensoriais foram submetidas a análise de variância por meio de teste não paramétrico. Utilizou-se procedimento de modelos mistos pelo método de máxima verossimilhança restrita (proc mixed; method=reml) com adição de teste Chi-quadrado ao modelo (/chisq). Considerou-se tratamento e sexo dos provadores como efeito fixo, bem como a idade dos provadores como efeito aleatório. Considerou-se significativo efeito de tratamento sobre as variáveis com $P < 0,05$, e tendência significativa para variáveis com $P > 0,05$ e $P < 0,10$ para o teste Chi-quadrado. Quando efeitos significativos ou tendentes, os escores das variáveis foram submetidos ao método de comparação múltipla bilateral em pares de Dwass, Steel, e Critchlow-Fligner, também com 5% ou 10% de probabilidade.

3. Resultados

O EPV testado apresentou 8,04 g de fenóis totais (equivalente ao ácido gálico) /100 mL e 3,49 g de flavonóides (equivalente à quercetina) /100 mL. Assim, os animais receberam 1,93 g/dia de fenóis totais ou 0,84 g/dia de flavonóides.

A capacidade antioxidante do EPV foi expressa como a quantidade de DPPH neutralizado por mililitro de extrato. Considerando a diluição utilizada (0,1 mL de extrato em 100 mL de metanol) e o volume de 1,0 mL dessa solução adicionado à reação com 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL), a maior inibição observada foi de 93%, correspondente à neutralização de aproximadamente 0,0446 mg de DPPH. Com base nessa proporção, estimou-se que 1 mL de extrato etanólico de própolis (300 mg/mL) foi capaz de neutralizar aproximadamente 34,3 mg de DPPH, evidenciando elevada atividade antioxidante.

O fornecimento de salinomicina (SAL) e extrato de própolis verde (EPV) não influenciou ($P > 0,05$) os consumos de matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, proteína bruta, fibra detergente neutro e carboidratos não fibrosos pelos cordeiros (Tabela 2).

Tabela 2 – Consumo de nutrientes por cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (PRO) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CON	SAL	EPV		
<i>Consumo (g/dia)</i>					
Matéria seca	1100,1	1122,8	1094,2	39,94	0,9577
Matéria orgânica	1047,0	1068,6	1042,0	37,88	0,9592
Matéria mineral	53,07	54,30	52,12	20,65	0,9211
Extrato etéreo	37,64	38,22	37,19	1,39	0,961
Proteína bruta	146,5	148,9	144,3	5,38	0,9486
FDNcp ³	270,8	277,8	263,8	10,47	0,8774
CNF ⁴	592,2	603,7	596,7	21,27	0,9771

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas; ³ Fibra em detergente neutro; ⁴ Carboidratos não fibrosos.

Os tempos gastos com ingestão, ruminação, ócio, tempo de mastigação total e número de mastigação por bolo não diferiram ($P > 0,05$) entre os ovinos recebendo dietas sem aditivo (CON) em comparação com SAL ou EPV. No entanto, ovinos alimentados com CON e EPV dispenderam maiores tempos de mastigação por bolo, enquanto os animais que receberam SAL realizaram este comportamento em um tempo menor (36,37 minutos) (Tabela 3).

Tabela 3 – Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM	Valor de P
	CON	SAL	EPV		
Ingestão (min)	175,43	155,71	180,83	6,741	0,2903
Ruminação (min)	397,14	391,43	416,67	10,517	0,6307
Ócio (min)	866,43	898,57	834,17	14,656	0,217
Tempo de mastigação (min/bolo)	41,58a	36,37b	41,40a	1,010	0,0435*
Número de mastigação (n°/bolo)	55,05	53,10	55,72	1,602	0,8051
Eficiência de alimentação (g FDN/h)	0,09	0,11	0,09	0,006	0,1907
Eficiência de ruminação (g MS/h)	0,17	0,17	0,16	0,007	0,5854
Eficiência de ruminação (g FDN/h)	0,04	0,04	0,04	0,002	0,6877

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas;

O pH do líquido ruminal, o pH das fezes e a diferença da circunferência abdominal antes e 45 minutos após o fornecimento das dietas aos ovinos tiveram médias de 6,78, 6,87 e 2,96 cm, respectivamente, e não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo fornecimento dos aditivos (Tabela 4).

Tabela 4 – Indicadores de fermentação ruminal de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CON	SAL	EPV		
pH ruminal	6,78	6,78	6,81	0,009	0,1551
pH fezes	6,87	6,88	6,88	0,005	0,4433
Circunferência abdominal (cm) ³	2,71	1,93	4,25	0,917	0,6149

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas; ³ Diferença da circunferência abdominal antes e 45 min depois da oferta da dieta.

A inclusão dos aditivos nas dietas não influenciou as concentrações de proteína total, albumina, globulina, glicose, creatinina, ureia, triglicerídeos, colesterol, enzima gama-glutamil transferase (GGT) e fosfatase alcalina (FA) dos cordeiros (Tabela 5). A enzima AST foi mais elevada (80,40 UI/L) ($P = 0,0068$) para ovinos recebendo EPV. Por outro lado, os teores de albumina, glicose, creatinina, ureia, colesterol, FA e AST foram elevados no final do confinamento ($P < 0,05$).

Tabela 5 – Bioquímica sérica de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²	
	CON	SAL	EPV		Tratamento	Coleta
Proteína total (g/dL)	5,87	5,75	6,12	0,154	0,2639	0,1617
Albumina (g/dL)	3,30A	3,27A	3,13B	0,041	0,2113	0,0038*
Globulina (g/dL)	2,49	2,47	2,99	0,154	0,0886	0,6406
Relação alb:glob	1,38	1,38	1,09	0,054	0,1129	0,6355
Glicose (mg/dL)	103A	100,8A	96B	0,156	0,247	0,0010*
Creatinina (mg/dL)	0,73A	0,77A	0,83B	0,0182	0,2671	0,0158*
Ureia (mg/dL)	19,21A	24,73B	20,71A	1,643	0,273	0,01*
Triglicerídeos (mg/dL)	16,35	17,43	20,58	0,1546	0,155	0,7774
Colesterol (mg/dL)	40,81AB	42,19A	39,77B	1,097	0,561	0,0002*
GGT (UI/L)	47,49	50,06	52,09	2,410	0,841	0,0603
FA (UI/L)	1018,5AB	1076,0A	846,9B	3,049	0,0631	0,0037*
AST (UI/L)	89,25abAB	101,86aA	80,4bB	3,725	0,0379*	0,0068*

¹ Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística referentes à coleta recebem letras maiúsculas distintas e os tratamentos que apresentem diferença estatística com relação aos tratamentos recebem letras minúsculas distintas.

As concentrações de proteína total, creatinina, gama-glutamil transferase (GGT) e a relação proteína urinária:creatinina (UPC) da urina dos cordeiros foram semelhantes para animais recebendo CON, SAL e EPV (Tabela 6).

Tabela 6 – Bioquímica urinária de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	COM	SAL	EPV		
Proteína total (mg/dL)	38,40	38,10	36,92	1,787	0,9468
Creatina (mg/dL)	42,1	35,4	35,7	3,999	0,7586
GGT (UI/dL)	15,3	16,1	16,9	1,491	0,4142
Relação UPC (g/g)	1,17	1,49	1,23	0,214	0,7361

¹ Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

O peso corporal ao abate, ganho médio diário, eficiência alimentar e biometria do corpo dos cordeiros não foram influenciados pela adição de SAL ou EPV na dieta dos animais (Tabela 7).

Tabela 7 – Desempenho produtivo e biometria de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de p ²
	CON	SAL	EPV		
Peso inicial (kg)	25,13	23,36	20,78	1,196	0,3621
Peso corporal ao abate (kg)	37,386	38,900	39,400	1,431	0,8507
Ganho de peso total (kg)	14,68	15,88	14,77	0,586	0,6593
Ganho médio diário (g/dia)	0,246	0,266	0,246	0,010	0,659
Eficiência alimentar	0,219	0,216	0,218	0,006	0,9808
Conversão alimentar	4,655	4,725	4,668	0,145	0,9796
Consumo alimentar residual	0,014	0,011	-0,033	0,009	0,0682
Altura de cernelha (cm)	65,000	68,286	69,333	1,044	0,217
Altura de garupa (cm)	70,857	72,214	71,167	0,761	0,7597
Compacidade corporal (cm)	63,714	63,929	66,500	1,136	0,5819
Perímetro torácico (cm)	76,786	80,786	77,167	1,641	0,5625
Comprimento de garupa (cm)	24,143	23,000	23,500	0,497	0,6606
Largura de garupa (cm)	16,786	17,000	17,000	0,389	0,9696
Largura de peito (cm)	26,143	25,357	23,833	0,605	0,317
Profundidade torácica (cm)	35,143	34,357	37,083	0,916	0,4998
Perímetro de perna (cm)	33,000	34,000	31,250	0,917	0,5039
Comprimento de perna (cm)	56,86	56,14	57,33	1,020	0,9034
Compacidade corporal (kg/cm)	0,59	0,61	0,59	0,017	0,873

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

A oferta de SAL e EPV não influenciaram ($P>0,05$) o peso corporal ao abate, o conteúdo do trato gastrintestinal (TGI) e o peso do corpo vazio dos ovinos (Tabela 8). Da mesma forma, não foi verificado ($P>0,05$) efeito dos tratamentos sobre os pesos e rendimentos das carcaças quente e fria e os valores de perda por resfriamento da carcaça (kg e em %) dos cordeiros. No entanto, o pH da carne, após 24 horas de resfriamento (pH-24h), foi significativamente maior ($P=0,0434$) nos animais que receberam SAL (5,94), em comparação aos grupos CON (5,77) e EPV (5,79).

As medidas morfométricas da carcaça, incluindo o comprimento externo e interno, o perímetro torácico, a largura da garupa, o perímetro e o comprimento de perna e o índice de compacidade da carcaça não apresentaram variação significativa entre os grupos experimentais ($P>0,05$). Também não foram observadas diferenças significativas na espessura de gordura

subcutânea ($P=0,7233$) e no escore de gordura visceral ($P=0,2468$) das carcaças dos cordeiros recebendo os diferentes aditivos.

Tabela 8 – Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	COM	SAL	EPV		
Peso corporal ao abate (kg)	37,39	38,90	39,40	1,431	0,8507
Conteúdo TGI (kg)	4,04	4,10	4,01	0,139	0,9668
Peso do corpo vazio (kg)	33,25	34,74	35,33	1,347	0,8282
Peso de carcaça quente (kg)	19,56	19,86	19,73	0,771	0,9881
Peso de carcaça fria (kg)	19,06	19,45	19,45	0,782	0,9749
PPR (kg)	0,50	0,41	0,28	0,09	0,6549
PPRP (%)	2,71	1,99	1,58	0,441	0,5992
Rendimento verdadeiro (%)	58,95	57,12	55,86	0,663	0,1684
Rendimento de carcaça quente (%)	52,36	50,96	49,99	0,536	0,2046
Rendimento de carcaça fria (%)	50,93	49,93	49,18	0,504	0,3916
pH _{24h}	5,77b	5,94a	5,79b	0,031	0,0434*
Comprimento Externo carcaça (cm)	60,00	60,93	61,00	0,641	0,7925
Comprimento Interno carcaça (cm)	66,43	66,36	65,17	0,695	0,7422
Perímetro torácico (cm)	71,79	72,64	72,25	0,998	0,9437
Largura de garupa (cm)	16,64	17,00	16,80	0,306	0,8936
Perímetro de perna (cm)	31,64	32,07	32,08	0,495	0,9244
Comprimento de perna (cm)	38,86	38,64	38,42	0,439	0,930
Índice de compacidade carcaça (kg/cm)	0,286	0,293	0,297	0,009	0,9022
Espessura de gordura (mm)	1,31	1,34	1,47	0,080	0,7233
Escore de gordura renal	2,43	2,86	2,50	0,112	0,2468

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

Os pesos (kg) e rendimentos (%) de músculo e ossos da paleta dos cordeiros foram similares ($P>0,05$) entre os tratamentos, entretanto cordeiros recebendo SAL apresentaram maior percentual de gordura ($P = 0,0366$) em comparação com as paletas produzidas pelos cordeiros alimentados com EPV e CON. Além disso, a relação músculo:gordura apresentou diferença significativa ($P = 0,0235$), com o tratamento CON mostrando a maior relação entre músculo e gordura (6,12), enquanto que os tratamentos SAL (4,32) e EPV (4,52) apresentaram valores menores (Tabela 9).

Tabela 9 – Composição tecidual da paleta de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	COM	SAL	EPV		
Paleta (kg)	1,88	1,95	1,92	0,076	0,9275
Músculo (kg)	1,12	1,09	1,11	44,367	0,9674
Gordura subcutânea (g)	57,87	82,23	74,39	7,226	0,3761
Gordura intermuscular (g)	135,8	177,9	186,5	18,743	0,5193
Outros tecidos (g)	216,9	212,7	212,3	12,663	0,9871
Ossos (g)	302,8	302,2	306,2	11,543	0,9897
Músculo (%)	60,95	58,31	58,81	0,529	0,0815
Gordura (%)	10,4b	14,04a	13,58a	0,668	0,0366*
Ossos (%)	16,61	16,28	16,22	0,162	0,6032
Músculo:osso	3,68	3,59	3,63	0,044	0,7644
Músculo:gordura	6,12 ^a	4,32b	4,52b	0,315	0,0235*

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

Os teores de umidade, matéria seca, matéria mineral, proteína e extrato etéreo da carne não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$), conforme apresentado na tabela 10. Os valores de malonaldeído (MDA) (Tabela 10), indicativos de oxidação lipídica, não diferiram estatisticamente entre os grupos ($P = 0,482$), apresentando valores de 0,034 mg MDA/kg para o grupo CON, 0,057 mg MDA/kg para o grupo SAL e 0,048 mg MDA/kg para o grupo EPV.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a capacidade de retenção de água (CRA) ($P = 0,5554$), perda por cocção (PPC) ($P = 0,8158$) e força de cisalhamento ($P = 0,4248$), indicando que esses parâmetros não foram influenciados pelas diferentes pelos aditivos utilizados.

Tabela 10 – Parâmetros físico-químicos da carne de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CON	SAL	EPV		
Umidade (%)	73,53	73,81	73,98	0,228	0,7372
Matéria seca (%)	26,47	26,18	26,01	0,228	0,7380
Cinzas (%)	1,31	1,27	1,29	0,009	0,2609
Proteína (%)	19,54	19,27	19,76	0,179	0,5760
Gordura (%)	3,58	3,65	3,53	0,192	0,9697
MDA (mg)	0,034	0,057	0,048	0,211	0,482
CRA	35,87	36,62	38,20	0,843	0,5554

PPC	39,24	38,59	38,99	0,404	0,8158
Força cisalhamento (kgF)	3,02	2,96	3,23	0,085	0,4248
Luminosidade (L*)	38,60	38,83	39,62	0,496	0,7169
Teor de vermelho (a*)	12,18	13,12	11,95	0,333	0,331
Teor de amarelo (b*)	14,72	15,37	14,75	0,282	0,5883
Cor AMSA ³	5,14	5,29	5,00	0,193	0,7783

¹ Erro padrão da média; ² Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas; ³ Diretrizes da American Meat Science Association para avaliação subjetiva da cor da carne.

Os parâmetros de coloração da carne (luminosidade, teor de vermelho e teor de amarelo) não foram influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$). Por fim, a cor da carne, avaliada por meio de escore definido pela American Meat Science Association (AMSA), apresentou valores médios de 5,143 para o grupo CON, 5,286 para o grupo SAL e 5,000 para o grupo que recebeu o EPV, sem diferenças estatísticas entre os grupos ($P = 0,7783$).

As médias dos escores atribuídos pelos avaliadores aos atributos sensoriais estão apresentadas na figura 5. Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos para os atributos de aparência, aroma e cor. Por outro lado, o tratamento CON apresentou maiores escores para sabor ($P < 0,0437$), textura ($P < 0,0053$) e suculência ($P < 0,0057$) em comparação aos tratamentos com SAL e EPV. A intenção de compra não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$).

Aparência	6.61	6.59	6.60	1.0000
Sabor	7.52 ^a	6.85 ^b	7.00 ^{ab}	0.0437
Aroma	6.87	6.76	6.71	0.8484
Cor	6.14	6.30	6.31	0.7474
Textura	7.88 ^a	7.14 ^b	6.99 ^b	0.0053
Suculência	7.75 ^a	6.90 ^b	6.77 ^b	0.0057
Compraria?	2.54	2.28	2.31	0.1765
	CON	SAL	PRO	P-Valor

Figura 5. Mapa de calor (da cor azul à cor vermelha) para intensidade de nota em painel não treinado de parâmetros sensoriais da carne de cordeiros terminados em confinamento e

suplementados com diferentes aditivos; Valores de P para o teste Chi-quadrado; EPV: Extrato hidroalcoólico de Própolis Verde; abMédias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de comparação múltipla bilateral em pares de Dwass, Steel, Critchlow-Fligner a 5% de probabilidade.

Os constituintes não carcaça não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$), como observa-se com os pesos absolutos do fígado, coração, baço, pâncreas, rim e bexiga que não apresentaram diferenças significativas entre os grupos controle, salinomicina e extrato de própolis. Da mesma forma, a vesícula biliar também não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 11).

Os compartimentos do trato gastrointestinal, incluindo rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso e o mesentério, apresentaram pesos semelhantes entre os tratamentos ($P>0,05$). Além disso, a gordura ligada aos intestinos não diferiu entre os grupos experimentais. Os pesos das patas, cabeça, língua, traquéia, esôfago, pulmão, diafragma e pericárdio seguiram a mesma disposição e não variaram significativamente entre os tratamentos ($P>0,05$).

Ademais, os valores relativos ao peso total dos órgãos, das vísceras e dos subprodutos do abate, bem como o peso total dos depósitos adiposos, não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P>0,05$).

Tabela 11 – Constituintes não carcaça de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM	Valor de P
	COM	SAL	EPV		
Constituintes não-carcaça (kg)	17,131	17,510	17,370	0,531	0,9602
Patas (kg)	0,834	0,846	0,800	0,030	0,8372
Cabeça (kg)	1,993	2,033	2,003	0,057	0,9602
Língua (kg)	0,086	0,081	0,082	0,003	0,8681
Traqueia (kg)	0,149	0,141	0,143	0,008	0,9423
Esôfago (kg)	0,049	0,056	0,053	0,003	0,6373
Pulmão (kg)	0,344	0,364	0,390	0,013	0,4395
Coração (kg)	0,164	0,176	0,180	0,005	0,563
Pericárdio (kg)	0,069	0,084	0,053	0,006	0,2019
Diafragma (kg)	0,124	0,109	0,112	0,006	0,5932
Fígado (kg)	0,583	0,636	0,630	0,021	0,5749
Baço (kg)	0,066	0,069	0,065	0,002	0,7793
Pâncreas (kg)	0,044	0,041	0,048	0,002	0,6648

Bexiga (kg)	0,061	0,057	0,038	0,006	0,3099
Rim (kg)	0,086	0,086	0,093	0,004	0,7766
Vesícula biliar (kg)	0,003	0,002	0,003	0,0009	0,2861
Rúmen (kg)	0,637	0,656	0,627	0,023	0,8933
Retículo (kg)	0,116	0,116	0,114	0,005	0,9905
Omaso (kg)	0,079	0,073	0,082	0,004	0,6907
Abomaso (kg)	0,136	0,141	0,138	0,08167	0,888
Intestino delgado (kg)	0,713	0,640	0,655	0,028	0,551
Intestino grosso (kg)	0,300	0,281	0,300	0,011	0,7785
Mesentério (kg)	0,390	0,360	0,385	0,02	0,8303
Omento (kg)	0,819	1,003	0,880	0,056	0,4039
Gordura ligada aos intestinos (kg)	0,155	0,180	0,167	0,016	0,8425
Peso total dos órgãos (kg)	2,236	2,284	2,287	0,068	0,9473
Peso total das vísceras (kg)	2,019	1,951	1,937	0,055	0,8299
Peso total dos subprodutos do abate (kg)	8,840	9,176	9,138	0,324	0,9053
Peso total dos depósitos adiposos (kg)	1,951	2,244	2,223	0,138	0,646
Peso total dos órgãos (%)	6,756	6,639	6,580	0,134	0,8769
Peso total das vísceras (kg)	6,123	5,693	5,538	0,130	0,1674
Peso total dos subprodutos do abate (%)	26,686	26,546	25,953	0,369	0,7263
Peso total dos depósitos adiposos (%)	5,813	6,456	6,167	0,243	0,5689

¹ Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

4. Discussão

O teor de compostos fenólicos e flavonoides observado no extrato de própolis verde (EPV) utilizado neste estudo evidencia sua elevada concentração de metabólitos secundários bioativos, um fator crucial para suas propriedades terapêuticas. Foram determinados 8,04 g/100 mL de fenóis totais e 3,49 g/100 mL de flavonoides, resultados que corroboram a importância da própolis verde como fonte rica em compostos ativos. A alta concentração de bioativos em própolis é um tema de ampla variação na literatura, o que se deve principalmente a fatores como a fonte vegetal, as condições ambientais e os métodos de extração (Marcucci *et al.*, 2020). Essa diversidade reforça a relevância de estudos específicos como este para caracterizar as propriedades de extratos de origem e manejo controlados (Bankova *et al.*, 2019).

A capacidade antioxidante do EPV verificada nesta pesquisa (34,3 mg de DPPH neutralizado por mL de extrato) foi consideravelmente superior à reportada por Silva (2020) que avaliou extrato de própolis vermelha e encontrou valor de 4,63 mg DPPH/mL. Essa diferença pode estar associada a distintos perfis fitoquímicos entre os tipos de própolis, influenciados por sua origem botânica e geográfica. A maior eficiência antioxidante do extrato utilizado neste experimento pode ser atribuída à elevada concentração de compostos fenólicos e flavonoides, os quais possuem reconhecida capacidade de doação de elétrons e neutralização de radicais livres.

Não foi detectado efeito do EPV ou da salinomicina sobre a ingestão e a digestibilidade aparente (ver capítulo 3) dos nutrientes da dieta, possivelmente devido à dose do extrato de própolis fornecida (24 mL/dia) não ter proporcionado alterações substanciais na microbiota ruminal. Resultados semelhantes foram relatados por Silva *et al.* (2015), que, mesmo testando doses maiores (até 36 mL/dia), não observaram efeitos sobre a ingestão e sequer sobre a digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Corroborando esses achados, Morsy *et al.* (2021) também não identificaram alterações na ingestão de matéria seca em ovelhas da raça Santa Inês suplementadas com extrato de própolis vermelha. Esses resultados indicam que, quando utilizados em níveis moderados, os extratos de própolis podem ser incluídos na dieta de ruminantes sem comprometer a ingestão ou a utilização dos nutrientes, reforçando seu potencial como aditivo natural alternativo.

A inclusão de aditivos nas dietas de animais em confinamento tem como principais objetivos modular beneficamente a fermentação ruminal, prevenir a ocorrência de acidose e otimizar a utilização dos nutrientes (Beauchemin *et al.*, 2018). Levantamentos sobre as recomendações nutricionais e as práticas de manejo adotadas em confinamentos no Brasil

indicam que quase 100% das unidades avaliadas utilizam algum tipo de aditivo alimentar nas dietas (Oliveira e Millen, 2014; Pinto e Millen, 2019; Silvestre e Millen, 2021). De acordo com Silvestre e Millen (2021), os ionóforos continuam sendo a classe de aditivos mais utilizada em dietas de animais confinados. No entanto, observa-se um crescente interesse por aditivos alternativos, com destaque para os extratos vegetais, como óleos essenciais e compostos funcionais, que vêm sendo explorados por seu potencial modulador da fermentação ruminal e por serem considerados alternativas naturais aos antimicrobianos convencionais.

Em ruminantes alimentados com dietas de alta densidade energética, os ionóforos podem reduzir a ingestão de matéria seca (Silva *et al.*, 2023). No entanto, mesmo com o fornecimento de uma dieta favorável ao concentrado (relação volumoso:concentrado de 20:80), não foi verificada redução no consumo de nutrientes neste experimento. Resultado semelhante foi verificado por Neumann *et al.* (2016) que avaliaram 32 novilhos mestiços alimentados com dieta composta por silagem de milho e concentrado (50:50), com ou sem salinomicina, e não observaram efeitos do aditivo sobre a ingestão ou a digestibilidade dos nutrientes.

O comportamento ingestivo dos ruminantes fornece importantes informações sobre a eficiência da utilização dos nutrientes da dieta, saúde ruminal e bem-estar nutricional dos animais. A avaliação de variáveis como o tempo dedicado à ingestão, ruminação, ócio, mastigação, número de mastigações por bolo e eficiência alimentar permite inferir sobre a dinâmica da digestão e a adaptação dos animais aos ingredientes ou aditivos fornecidos na dieta (Albright, 1993; Goularte *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2023).

Diversos aditivos podem interferir no comportamento ingestivo por meio da modulação da fermentação ruminal, da alteração do tempo de retenção dos alimentos no rúmen ou da palatabilidade da dieta. Estudos como o de Prado-Calixto *et al.*, (2017) não observaram alterações no comportamento ingestivo de ovinos suplementados com extrato de própolis, enquanto pesquisas com ionóforos indicam possíveis reduções na ingestão ou mudanças na eficiência de digestão da fibra (Merchen & Berger, 1985). Esses efeitos, no entanto, dependem da dose, do tipo de aditivo e da composição da dieta (Ribeiro *et al.*, 2023). Entre as variáveis avaliadas no comportamento ingestivo, apenas o tempo de mastigação merícica foi influenciado pelos tratamentos ($P = 0,0435$), sendo observado menor valor no grupo suplementado com salinomicina. Animais do grupo controle e do grupo que recebeu o EPV apresentaram tempos semelhantes e superiores para este comportamento. Tempos similares foram encontrados por (Silva *et al.*, 2025), que também testaram o extrato de própolis verde na dieta de ovinos.

Com isso, a redução no tempo de mastigação merícica no grupo salinomicina pode estar relacionada a uma modificação na dinâmica da digestão da fibra, possivelmente devido à ação dos ionóforos sobre a microbiota ruminal. Esses aditivos atuam seletivamente sobre a microbiota, inibindo, predominantemente, bactérias gram-positivas, muitas das quais estão envolvidas na produção de metano e na fermentação menos eficiente dos carboidratos. Essa ação favorece o crescimento de bactérias gram-negativas, associadas à produção de ácido propiônico e a uma fermentação mais eficiente (Nasem, 2016; Beauchemin *et al.*, 2018). Como consequência, pode ter ocorrido uma degradação mais rápida e efetiva da fração mais fermentescível da fibra ainda na primeira passagem pelo rúmen, resultando em partículas parcialmente degradadas. Assim, o tempo necessário para a remastigação dos bolos alimentares foi reduzido, sem influenciar na ingestão ou na digestibilidade aparente dos nutrientes.

A inclusão de níveis energéticos mais elevados nas dietas de animais em confinamento, embora proporcione maior aporte nutricional, pode desencadear distúrbios digestivos devido à alta fermentabilidade dos ingredientes (Nagaraja; Titgemeyer, 2007), com destaque para cereais e alimentos concentrados (Silvestre; Millen, 2021). Esses efeitos podem ser refletidos em parâmetros fisiológicos importantes, como o pH ruminal e fecal, além de possíveis variações na circunferência abdominal.

Neste estudo, os valores de pH ruminal, pH fecal e circunferência abdominal não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, permanecendo dentro dos parâmetros de normalidade descritos para a espécie (Millen, 2023), mesmo com a inclusão de dietas com alto teor energético. Esse resultado pode ser atribuído, em parte, à uniformidade na formulação das dietas, uma vez que tanto a proporção entre volumoso e concentrado quanto a composição química foram mantidas constantes entre os grupos experimentais. Essa padronização contribuiu para a estabilidade do ambiente ruminal e intestinal, refletida nos valores de pH e na constância das medidas abdominais dos cordeiros.

Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2025), que avaliaram diferentes níveis de extrato de própolis verde (0, 6, 12, 18 e 24 mL) na dieta de ovinos e não identificaram alterações no pH ruminal e na circunferência abdominal. Por outro lado, (Deolindo *et al.*, 2024) ao utilizarem extrato de própolis vermelha em dietas para ovelhas da raça Lacaune, com relação volumoso:concentrado de 30:70, observaram elevação do pH ruminal nos animais tratados com própolis em comparação ao grupo controle, sugerindo uma possível modulação do ambiente ruminal em função da composição do extrato e da dieta utilizada.

Valores de pH ruminal e fecal dentro da normalidade indicam um bom equilíbrio fisiológico do trato digestivo diante das diferentes estratégias alimentares adotadas. No entanto, para complementar essa avaliação e obter uma visão mais ampla sobre o metabolismo sistêmico dos ovinos, faz-se necessário a análise dos parâmetros bioquímicos séricos e urinários. Esses indicadores permitem avaliar o estado nutricional, a função hepática e renal e o equilíbrio energético dos animais, contribuindo para uma interpretação mais abrangente dos efeitos das dietas testadas (González; Silva, 2008).

Analisando os dados referentes à bioquímica sérica dos ovinos dos três grupos experimentais, é possível perceber que todas as médias se encontram dentro dos valores de referência para ovinos mestiços (González; Silva, 2008; Silva *et al.*, 2020).

Os níveis séricos de albumina, glicose, creatinina, ureia, colesterol e fosfatase alcalina dos ovinos não diferiram entre os tratamentos avaliados, mas apresentaram variação significativa ao longo das coletas. Esse resultado mostra que os tratamentos dietéticos, incluindo o EPV, não causa injúria nos hepatócitos dos animais, nem sintomas de intoxicação aparente. E dessa forma, não se mostra perigoso para saúde dos animais. Neumann *et al.* (2016) também não verificaram efeito da salinomicina sobre as variáveis bioquímicas de bovinos terminados em confinamento, mas observaram efeito ao longo do período de avaliação. Os autores explicaram que estas variáveis dependem da idade e do desenvolvimento do animal e, por conseguinte, o conteúdo sérico dos metabolitos sanguíneos muda ao longo do tempo desde o nascimento até à idade adulta.

A albumina, principal proteína plasmática, é sintetizada no fígado e desempenha papel essencial na manutenção da pressão oncótica e no transporte de metabólitos. Seus níveis são tradicionalmente utilizados como indicativo do estado nutricional e da função hepática (Tóthová; Nagy; Kováč, 2014; Sahoo *et al.*, 2018). No presente estudo, os valores séricos de albumina permaneceram dentro da faixa de normalidade para ovinos (Silva *et al.*, 2020), sem diferenças entre os tratamentos, o que reforça a ausência de efeitos adversos das dietas testadas sobre esses parâmetros.

Quanto à glicose, embora não tenha havido diferença estatística entre os tratamentos, observou-se uma tendência de menores médias no grupo EPV ao longo do tempo. Esse comportamento pode estar relacionado ao potencial efeito hipoglicemiante da própolis, já descrito em outros modelos experimentais (Hassan, 2014; Oladayo, 2016), nos quais a suplementação reduziu os níveis de glicose sérica. Assim, mesmo sem significância, a tendência

observada pode indicar um efeito biológico da própolis sobre o metabolismo glicídico dos ovinos.

A única variável bioquímica sérica que apresentou diferença significativa entre os tratamentos foi a aspartato aminotransferase (AST), uma enzima amplamente presente no fígado e nos músculos (Ammar *et al.*, 2021). O grupo que recebeu Salinomicina apresentou valores mais elevados (101,86 UI/L) de AST se comparados aos grupos controle (89,25 UI/L) e EPV (80,40 UI/L). Em um estudo realizado com búfalas e vitelos em aleitamento, Abd-Allah; Daghash (2019) testaram a inclusão de extrato de própolis e flavomicina (antibiótico ionóforo) sobre os metabólitos bioquímicos e também verificaram que os animais que receberam o aditivo ionóforo apresentaram valores superiores de AST. Os autores justificaram que a própolis pode ter algum efeito hepatoprotetor ou desempenhar um papel na prevenção de lesões hepáticas. Embora aumentos nos níveis séricos dessa enzima possam indicar lesão hepática ou muscular, é importante considerar o contexto clínico e os valores de referência específicos da espécie. No presente estudo, apesar da significância estatística, os valores médios de AST permaneceram dentro da faixa considerada normal para ovinos no Brasil, conforme descrito por Silva *et al.* (2020), que estabelece valores entre 41 e 298 UI/L. Não foram observadas alterações concomitantes em outras enzimas hepáticas, como a GGT ou a fosfatase alcalina, o que reforça a ausência de injúria hepática evidente. Assim, as variações observadas na AST possivelmente refletem flutuações fisiológicas ou respostas adaptativas ao metabolismo frente às dietas testadas (Hafez *et al.*, 1983).

Os parâmetros bioquímicos urinários avaliados (proteína total, creatinina, GGT e relação proteína:creatinina urinária – UPC) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$), sugerindo que tanto a salinomicina como o extrato de própolis não influenciaram na função renal dos ovinos. A creatinina urinária, com valores médios variando de 35,4 a 42,1 mg/dL, permaneceu dentro dos intervalos considerados fisiológicos para a espécie, conforme descrito por (Henriques *et al.*, 2016; Kozloski *et al.*, 2005). A estabilidade dos parâmetros demonstra que não houve dano na taxa de filtração glomerular e que a integridade da função renal foi preservada. A atividade da GGT urinária, marcador sensível de lesão tubular renal, também não foi influenciada pelos tratamentos ($P = 0,4142$), com valores médios entre 15,3 e 16,9 UI/dL. Isso indica que não houve comprometimento da função tubular dos néfrons, o que é particularmente relevante dado o desafio metabólico promovido pelas dietas ricas em concentrado.

A relação UPC, utilizada para avaliar perdas renais de proteína, também não foi significativamente afetada ($P = 0,7361$). Os valores obtidos (1,16 a 1,49 g/g) estão dentro de uma faixa considerada normal ou levemente elevada, mas não indicam proteinúria patológica (Fernández *et al.*, 2003; Athanasiou *et al.*, 2021). Por fim, a proteína total urinária variou de 36,9 a 38,4 mg/dL, também sem diferenças estatísticas. Esta constância reforça a interpretação de que os aditivos não alteraram o equilíbrio proteico na urina dos animais. De modo geral, os resultados mostram que tanto a salinomicina quanto o EPV são seguros do ponto de vista renal para ovinos alimentados com dietas de alto concentrado, pois não alteraram significativamente os principais indicadores de função renal avaliados neste estudo.

A ausência de efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o peso corporal ao abate (PCA), ganho de peso total (GPT) e ganho médio diário (GMD) pode ser explicada pela similaridade entre o consumo de nutrientes digestíveis totais. Para Van Soest (1994), o consumo relaciona-se com o aporte de nutrientes e o atendimento das exigências nutricionais dos animais, sendo considerada a principal variável determinante do desempenho animal.

O GPT apresentou média de 15,11 Kg e o GMD de 0,259 g/dia e não sofreram influência por parte da inclusão dos aditivos. Resultados diferentes foram encontrados por Paixão *et al.* (2022) e Cécere *et al.* (2021) que verificaram maiores ganhos médios diários em animais que receberam própolis em comparação com o grupo controle. Quanto à utilização do ionóforo, Salinas-Chavira *et al.* (2005) verificaram aumento no GPT e no GMD de cordeiros da raça Pelibuey que foram suplementados com salinomicina na dosagem de 28 ppm/Kg. Como não foram verificadas diferenças estatísticas para dados de consumo e desempenho, os valores de eficiência alimentar (EA) e conversão alimentar (CA) seguiram o mesmo padrão. Embora o consumo alimentar residual (CAR) não tenha apresentado diferença estatística significativa entre os tratamentos ($P = 0,0682$), observou-se uma tendência de melhora na eficiência alimentar nos animais suplementados com o EPV, os quais apresentaram menor média de CAR (-0,033) em comparação aos grupos salinomicina (0,011) e controle (0,014).

Essa tendência de redução no CAR sugere que os animais do grupo própolis foram capazes de aproveitar melhor os nutrientes ingeridos, mantendo o desempenho com menor consumo alimentar do que o previsto (Ferreira *et al.*, 2024). Tal resposta pode estar associada ao potencial modulador da microbiota ruminal (Soltan *et al.*, 2016) e ao efeito antioxidante do extrato de própolis (Cécere *et al.*, 2021) que, juntos, podem ter contribuído para uma maior eficiência metabólica.

Com o objetivo de identificar possíveis reflexos das variáveis de desempenho produtivo, foram avaliadas também as medidas de biometria corporal dos cordeiros. Essas mensurações, por serem práticas, não invasivas e de fácil aplicação a campo, oferecem uma alternativa complementar para estimar o desenvolvimento físico e o potencial de carcaça dos animais. A ausência de diferenças estatísticas entre as diferentes combinações de aditivos para ovinos pode ser justificada pela idade dos animais. Para Borges *et al.* (2023) os ovinos apresentam curva de crescimento do tipo sigmoide e durante a fase inicial apresentam crescimento lento, o qual aumenta rapidamente logo a seguir, e acelera até a puberdade, e posteriormente quando atinge estágios mais avançados a taxa de crescimento é reduzida. Como os animais entraram no experimento com idades próximas e mesma composição genética, era esperado um desenvolvimento semelhante (Owens; Dubeski; Hanson, 1993a; Rocha *et al.*, 2006). Outro fator a ser considerado é a dieta, que foi a mesma para todos os animais.

Os resultados obtidos para as variáveis peso corporal ao abate, conteúdo do trato gastrointestinal (TGI), peso do corpo vazio, peso de carcaça quente e peso de carcaça fria não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos ($P > 0,05$), indicando que a suplementação com salinomicina ou o EPV não influenciou significativamente esses parâmetros em ovinos machos, não castrados e sem raça definida. Valero *et al.* (2015), testando a possível substituição do aditivo a base de monensina sódica pelo extrato de própolis na dieta de novilhos ($\frac{1}{2}$ Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nelore), não castrados, terminados em confinamento, verificaram que os dois aditivos se comportaram de maneira similar, no que diz respeito às características de carcaça.

O peso corporal ao abate variou entre 37,386 kg e 39,400 kg, com valores de TGI próximos entre os grupos (em torno de 4,0 kg). A inclusão do conteúdo gastrointestinal e do peso do corpo vazio na avaliação permite uma análise mais precisa do desempenho corporal real, já que o corpo vazio desconsidera o material presente no trato digestivo, cuja variação pode mascarar o crescimento efetivo dos tecidos corporais (Campos *et al.*, 2017; Salazar-Cuytun *et al.*, 2022). Assim, o uso dessas variáveis contribui para interpretações zootécnicas mais acuradas.

Os pesos de carcaça quente e fria também foram semelhantes entre os tratamentos, o que indica que os aditivos testados não afetaram o rendimento absoluto da carcaça. A proximidade entre os valores de carcaça quente e fria sugere uma taxa de retração uniforme entre os grupos, reforçando a consistência dos dados obtidos. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram reportados por Ítavo *et al.* (2019). Estes autores testaram o extrato

etanólico da própolis marrom e a própolis bruta em comparação com a monensina (aditivo ionóforo) na dieta de cordeiros em confinamento e não encontraram diferenças significativas para os pesos de carcaça quente e peso de carcaça fria. Já Silva *et al.* (2019), que compararam o uso do aditivo ionóforo com o aditivo fitogênico à base de própolis bruta, observaram um menor rendimento de carcaça em cordeiros alimentados com dietas com a monensina sódica do que em cordeiros alimentados com dietas contendo a própolis bruta. Além disso, os autores verificaram que a adição de extrato de própolis à dieta diminuiu o rendimento de carcaça em comparação com o grupo de controle, indicando que o efeito da própolis sobre as características de carcaça pode variar em função da forma de apresentação e do nível de inclusão do aditivo na dieta.

Os resultados obtidos para o pH da carne dos ovinos após 24 horas de abate mostraram diferenças significativas entre os tratamentos aplicados ($P = 0,0434$). O pH da carne dos animais tratados com SAL foi significativamente mais alto (5,94) em comparação aos grupos CON (5,77) e EPV (5,79). A dieta do animal tem um impacto direto nos níveis de glicogênio muscular. Dietas ricas em carboidratos podem aumentar as reservas de glicogênio, resultando em uma maior produção de ácido láctico *post-mortem* e, consequentemente, um pH mais baixo (Ponnampalam *et al.*, 2024). O estresse pré-abate e até mesmo a distância que os animais percorreram para chegar ao abatedouro pode fazer com que os níveis de glicogênio sejam consumidos, resultando em um pH *post-mortem* mais alto (Muroya, 2023).

Normalmente, a adição de aditivos ionóforos em dietas para ruminantes está associada a uma maior produção de propionato no rúmen, promovendo uma elevação importante da gliconeogênese no fígado, resultando em uma maior deposição de glicogênio muscular (Azzaz; Murad; Morsy, 2015). Entretanto, o pH mais elevado observado no grupo salinomicina sugere que, embora houvesse expectativa de maior substrato energético, a taxa de glicólise pós-morte pode ter sido reduzida, resultando em menor produção de ácido láctico e consequente elevação do pH final da carne.

Os resultados referentes às medidas morfométricas, das carcaças seguiram o mesmo padrão das medidas biométricas dos animais, revelando valores próximos entre os tratamentos e sem diferença estatística ($P > 0,05$). Da mesma forma, o índice de compactidade de carcaça foi semelhante entre os grupos controle, salinomicina e EPV, com médias de 0,28, 0,29 e 0,29, respectivamente. Valores aproximados foram encontrados por (Ítavo *et al.*, 2019), que também trabalhou com aditivos à base de extrato de própolis e aditivos ionóforos em dietas de cordeiros em confinamento. A ausência de diferenças significativas na espessura de gordura subcutânea

e no escore de gordura visceral sinaliza que os aditivos testados não exerceram influência expressiva sobre a deposição de gordura nos ovinos. Neste estudo, a espessura média de gordura subcutânea foi de 1,37 mm, valor inferior ao considerado ideal para um adequado acabamento de carcaça e para a redução das perdas por resfriamento (Moreno; Boaventura Neto, 2016). Resultados semelhantes foram relatados por Zawadzki *et al.* (2011), que também não observaram efeito significativo da monensina sódica e do extrato de própolis sobre a espessura de gordura subcutânea em bovinos terminados em confinamento.

A presença de uma cobertura lipídica satisfatória na carcaça é essencial para minimizar a perda de líquidos, prevenir o encurtamento das fibras musculares (cold shortening) e evitar o escurecimento da carne durante o processo de resfriamento (Cordão *et al.*, 2012; Queiroz *et al.*, 2015). Cabe destacar que os animais avaliados eram jovens, e que, segundo a cronologia do desenvolvimento dos tecidos corporais, a deposição de gordura é o último evento a ocorrer, após o crescimento dos tecidos ósseo e muscular (Owens; Dubeski; Hanson, 1993). Esse fator pode ter contribuído para os baixos valores de espessura de gordura observados neste estudo.

Na Tabela 9 são apresentados os dados referentes à composição tecidual da paleta dos ovinos. Verifica-se que o percentual de gordura dos animais que receberam EPV e salinomicina foi similar, ambos significativamente superior ao do grupo controle ($P = 0,0366$). O acúmulo de gordura nos ruminantes é um processo fisiológico que ocorre à medida que o animal amadurece, com deposição em diferentes sítios corporais (Schumacher *et al.*, 2022). Segundo Berg e Butterfield (1968), a deposição de gordura se intensifica após a redução do crescimento relativo do tecido muscular, continuando a aumentar mesmo com a desaceleração do crescimento ósseo. A taxa de crescimento dos tecidos adiposos varia amplamente em função da localização no organismo, do estágio de maturidade do animal e da ingestão energética (Robelin, 1986; Coelho *et al.*, 2020).

De forma geral, a gordura visceral, especialmente a que se acumula ao redor dos órgãos internos, é a primeira a ser depositada, seguida pela gordura intermuscular, subcutânea e, por último, a gordura intramuscular (Davies; Pryor, 1977; Gotoh *et al.*, 2009; Robelin, 1986). Esse padrão de deposição pode ser influenciado por diferentes fontes de lipídeos disponíveis para os adipócitos, incluindo ácidos graxos da dieta (tanto uma pequena fração que escapa da biohidrogenação ruminal, quanto os ácidos graxos saturados formados durante esse processo) que são absorvidos no intestino delgado e podem ser incorporados diretamente aos triglicerídeos, além de substratos lipogênicos, como o acetato e substratos gliconeogênicos,

como o propionato, principais produtos da fermentação ruminal (Millen, 2023; Smith; Grouse, 1984).

O acetato, produzido principalmente por bactérias celulolíticas a partir de carboidratos fibrosos, é rapidamente absorvido pela parede ruminal e transportado para os adipócitos, onde é convertido em acetil-CoA pela acetil-CoA sintetase. Em seguida, é carboxilado a malonil-CoA pela acetil-CoA carboxilase (ACC), passo limitante da lipogênese "de novo", que depende de ATP e biotina. A enzima ácido graxo sintase (FAS) utiliza o malonil-CoA para formar ácidos graxos saturados, principalmente ácido palmítico (C16:0), que podem ser alongados ou dessaturados para formar ácido esteárico (C18:0) e ácido oleico (C18:1), os principais componentes da gordura subcutânea e visceral (Burns, 2011).

Por outro lado, a inclusão de salinomicina e do EPV pode ter modificado o perfil fermentativo ruminal, favorecendo a produção de propionato, através do beneficiamento de bactérias gram negativas, como as amilolíticas (Nagaraja; Taylor, 1987; Pinto *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2016; Soltan & Patra, 2020). Este produto é então absorvido pelo fígado, onde é convertido em glicose, via gliconeogênese, fornecendo glicerol-3-fosfato para a formação de triglicerídeos nos adipócitos. Além disso, a maior disponibilidade de glicose intracelular nos adipócitos ativa a via das pentoses fosfato, gerando NADPH, cofator essencial para a síntese de ácidos graxos na lipogênese "de novo". Esse conjunto de fatores favorece tanto a deposição de gordura subcutânea e intermuscular quanto a intramuscular, aumentando o conteúdo lipídico na paleta dos animais que receberam os aditivos (Moisés *et al.*, 2014).

Ainda segundo Berg e Butterfield (1968), essa variação no crescimento dos diferentes tecidos influencia diretamente a composição da carcaça e, consequentemente, o seu valor econômico. Por isso, compreender os fatores que afetam o desenvolvimento desses tecidos é fundamental para o manejo adequado dos animais em função da composição da carcaça (Berg; Butterfield, 1968).

Vale salientar que a relação músculo:gordura foi significativamente superior nos animais do grupo controle ($P = 0,0235$), indicando que os aditivos (salinomicina e EPV) promoveram maior acúmulo de gordura em relação ao tecido muscular, o que pode impactar negativamente a relação carne:gordura e, consequentemente, a qualidade da carcaça. Por outro lado, os demais componentes teciduais, como a proporção de músculo (%), ossos e outros tecidos, não foram influenciados pelos tratamentos ($P > 0,05$), sugerindo que o efeito dos aditivos esteve mais concentrado na deposição de gordura.

A análise centesimal é uma ferramenta essencial para caracterizar as propriedades nutricionais e tecnológicas da carne, refletindo diretamente sua qualidade final (Forrest *et al.*, 1979). No presente estudo, os teores médios de umidade (73,77%), minerais (1,73%), proteína (19,52%) e gordura (3,59) do músculo *Musculus supraspinatus* estão dentro dos valores esperados para carne ovina *in natura* (Pinheiro *et al.*, 2008), evidenciando a adequação nutricional do produto obtido independentemente do tratamento adotado.

Embora a composição centesimal da carne possa variar em função do músculo avaliado, da idade, do sexo, do plano nutricional, do manejo pré-abate e de alterações no pH final (Wood *et al.*, 2008; Lima Júnior *et al.*, 2016; Prache; Schreurs; Guillier, 2022), trata-se de um parâmetro que apresenta baixa sensibilidade a intervenções nutricionais pontuais quando esses fatores são controlados. Resultados semelhantes aos observados no presente estudo foram reportados por Silva *et al.* (2024), que, ao avaliar diferentes níveis de extrato de própolis vermelha na dieta de ovinos confinados, não identificou efeito do aditivo sobre os teores de umidade, proteína, lipídeos e cinzas da carne de ovinos da raça Santa Inês. Dessa forma, a ausência de diferenças observada no presente estudo indica que a suplementação com EPV ou salinomicina não promoveu alterações metabólicas ou estruturais suficientes para modificar os componentes centesimais do músculo avaliado.

Os demais parâmetros analisados, como perda por cocção (PPC), força de cisalhamento, capacidade de retenção de água (CRA), cor (L^* , a^* , b^*) e oxidação lipídica (MDA), também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$). Esses resultados mostram que a suplementação com EPV ou salinomicina não promoveu alterações estruturais ou bioquímicas no tecido muscular, como aquelas associadas à integridade miofibrilar, à capacidade de retenção de água ou o estado oxidativo dos lipídios, capazes de modificar as propriedades físico-químicas e tecnológicas da carne.

Nesse contexto, os valores médios de CRA do músculo bíceps (*Musculus biceps brachii*) foram de 35,867%, 36,623% e 38,200% para os grupos CON, SAL e EPV, respectivamente, enquanto a PPC apresentou médias de 39,241%, 38,599% e 38,995% para os mesmos tratamentos. Esses resultados situam-se dentro da faixa considerada normal para carne ovina *in natura*, conforme preconizado pela indústria (Strydom *et al.*, 2016).

Uma alta CRA indica que a carne retém mais umidade durante o armazenamento e o cozimento, resultando em um produto final mais suculento e palatável (Huff-Lonergan;

Lonergan, 2005). Além disso, carnes com maior CRA tendem a apresentar menor perda de peso durante o processamento, o que aumenta a lucratividade para a indústria ao melhorar o rendimento final do produto (Cheng; Sun, 2008). Da mesma forma, as PPC representam uma característica importante para a qualidade da carne, pois influenciam diretamente a suculência, maciez e aceitação pelo consumidor, além de impactar diretamente o rendimento e o valor comercial do produto (Ježek *et al.*, 2020; Ordoñez, 2005).

De acordo com Cezar & Souza (2007), a textura da carne pode ser classificada objetivamente com base na força necessária para cisalhá-la. Cortes que exigem menos de 2,27 kgf para serem rompidos são considerados macios; aqueles que requerem entre 2,27 e 3,63 kgf são classificados como moderadamente macios; valores entre 3,63 e 5,4 kgf indicam uma textura dura, enquanto cortes que resistem a pressões superiores a 5,4 kgf são considerados extremamente duros.

Com base nesses critérios, a força de cisalhamento da carne dos animais deste estudo, que foi de 3,016 kgf para o grupo Controle, 2,957 kgf para o grupo Salinomicina e 3,233 kgf para o grupo EPV, sem diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), indica que a carne pode ser classificada como moderadamente macia. Essa característica é desejável para a aceitabilidade pelo consumidor, pois está associada a uma experiência sensorial positiva.

A oxidação lipídica, avaliada pelos níveis de malonaldeído (MDA), não diferiu entre os grupos, obtendo valor médio de 0,05 mg/MDA/Kg⁻¹. Esse teste quantifica o teor de MDA, um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos dos ácidos graxos poli-insaturados (AMSA, 2012). Apesar da carne de ruminantes apresentar baixos teores de ácidos graxos insaturados, o teste de TBARS é de grande utilidade para determinação da vida de prateleira desses produtos (Lima Júnior *et al.*, 2013).

De acordo com Campo *et al.* (2006), concentrações de MDA acima de 2,0 mg/kg aumentam a probabilidade de detecção sensorial de sabores rançosos ou desagradáveis, comprometendo a aceitabilidade da carne pelos consumidores. Para carnes ovinas, é geralmente recomendado que os níveis de MDA não ultrapassem 1,0 mg/kg, garantindo maior estabilidade oxidativa e preservação das características sensoriais (Ripoll; Joy; Muñoz, 2011). Nesse contexto, os resultados obtidos neste estudo indicam que a carne dos ovinos recebendo os diferentes tratamentos apresentou excelente estabilidade oxidativa, sem indícios de deterioração.

A cor da carne é um atributo sensorial fundamental para a aceitação do consumidor, resultante da interação entre a luz, o sistema detector (como o olho humano) e diversos fatores intrínsecos e extrínsecos ao músculo, que influenciam diretamente o estado químico da mioglobina, o principal pigmento responsável pela coloração da carne (Osório; Osório; Sañudo, 2009; King *et al.*, 2023; Tian *et al.*, 2022). As características de cor, medidas pelos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade do vermelho) e b^* (intensidade do amarelo), são altamente dependentes da concentração de mioglobina, do estado de oxidação do ferro presente na molécula e das condições de iluminação do ambiente (Suman & Joseph, 2014; Ruedt; Gibs; Weiss, 2023).

A ausência de diferenças nesses parâmetros entre os tratamentos pode ser explicada pela similaridade no manejo pré-abate e nas condições de estresse dos animais, que influenciam diretamente o pH final da carne. Embora os animais do grupo que receberam salinomicina tenham apresentado valores de pH ligeiramente mais elevados após 24 horas do abate, esses permaneceram dentro da faixa considerada normal, minimizando os impactos sobre a cor da carne. Esse resultado é particularmente relevante, pois a coloração é a primeira característica avaliada pelo consumidor no momento da compra e, portanto, essencial para a aceitação do produto (Osório; Osório; Sañudo, 2009; Testa *et al.*, 2021).

Complementarmente à avaliação instrumental da cor da carne, a análise subjetiva por escores, baseada no guia da American Meat Science Association, confirmou a uniformidade visual dos tratamentos, com média de escore 5 e ausência de diferenças estatísticas. A combinação dessas duas abordagens (instrumental e subjetiva) é fundamental para uma avaliação abrangente da coloração da carne, uma vez que a análise instrumental fornece dados objetivos e quantitativos, enquanto a análise subjetiva reflete a percepção visual do consumidor, que é decisiva no momento da compra. A concordância entre esses métodos reforça que os aditivos utilizados não alteraram as características visuais da carne, mantendo-as dentro dos padrões esperados para a espécie ovina. A estabilidade da coloração é crucial para a aceitação do produto no mercado, evidenciando a eficácia do manejo pré-abate e das condições de armazenamento adotadas neste experimento.

As análises instrumentais e físico-químicas fornecem parâmetros objetivos relevantes sobre a qualidade da carne, mas não mostram plenamente a complexidade com que esses atributos são percebidos pelos consumidores (Abbott, 1999). Por esse motivo, a avaliação sensorial foi conduzida como etapa complementar, permitindo integrar os resultados físico-químicos às percepções humanas sobre a carne dos ovinos.

Embora os tratamentos com SAL e EPV tenham resultado em maiores teores de gordura na paleta, esses efeitos não se refletiram em uma maior aceitação sensorial pelos avaliadores. Surpreendentemente, as amostras do grupo controle, que apresentam menor teor de gordura, obtiveram as maiores pontuações para sabor, texturas e suculência. Esse resultado sugere que a aceitação sensorial não depende exclusivamente da composição físico-química da carne, mas é modulada também por fatores complexos, como a liberação de compostos voláteis durante o cozimento, a percepção de maciez associada ao arranjo das fibras musculares, o pH e a interação da gordura com a matriz proteica (Kerth; Miller, 2015; Furnols; Guerrero, 2014).

Adicionalmente, a presença de aditivos como ionóforos e compostos fenólicos pode ter alterado características organolépticas sutis, como o perfil de aroma e sabor residual, reduzindo a aceitação, mesmo diante de uma composição tecidual aparentemente mais favorável (Wang *et al.*, 2024). Assim, os resultados evidenciam que melhorias na composição química nem sempre se traduzem em maior preferência sensorial, ressaltando a importância de avaliar de forma integrada os atributos físico-químicos e sensoriais da carne (Ding *et al.*, 2024). Resultados distintos foram verificados por (Ornaghi *et al.*, 2020), que testou diferentes dosagens de aditivos nutricionais a base de extratos vegetais nas dietas de novinhos da raça Nelore e observaram que os aditivos influenciaram significativamente a maciez e a aceitabilidade global avaliada pelos consumidores.

Apesar do sabor, maciez, textura e cor da carne serem os principais atributos que influenciam a preferência do consumidor na hora da compra (Osório; Osório; Sañudo, 2009; Zhang; Zhang; Mujumdar, 2023), a intenção de compra dos provadores deste estudo não foi influenciada pelos aditivos utilizados. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que os testes sensoriais foram conduzidos em condições controladas e com amostras codificadas, o que tende a atenuar a influência de fatores externos, como preço, marca, experiências prévias e crenças individuais sobre o uso de aditivos. Contudo, essas condições não eliminam completamente os vieses individuais e os componentes volitivos, que podem influenciar decisões de compra de forma subconsciente, mesmo quando as amostras são avaliadas de maneira cega (Cosme *et al.*, 2025; Schouteten *et al.*, 2017).

Tendo sido discutidos os efeitos dos aditivos sobre a carcaça e qualidade da carne, bem como as percepções sensoriais associadas, avalia-se os impactos sobre os constituintes não-carcaça, com o intuito de compreender de forma mais abrangente os efeitos dos aditivos alimentares sobre a composição corporal total dos ovinos alimentados com dietas de alto concentrado.

A análise dos componentes não-carcaça permite uma avaliação mais completa do valor econômico do animal (Silva *et al.*, 2019), além de contribuir para a sustentabilidade da ovinocultura, ao promover o uso integral do animal e minimizar o descarte de resíduos. Embora a carcaça represente a principal fonte de receita, os subprodutos, como pele, lã, órgãos e vísceras, podem gerar renda adicional (Medeiros *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2011; Rozanski *et al.*, 2017).

Conforme mostra a tabela 11, os pesos dos constituintes não-carcaça não foram influenciados pelos aditivos usados neste experimento ($P > 0,05$). Ítavo *et al.* (2009), também avaliaram o extrato de própolis verde e marrom em comparação com um aditivo ionóforo (Monensina) e não verificaram efeito dos aditivos sobre os constituintes não-carcaça dos ovinos.

É importante destacar que a relação volumoso:concentrado utilizada neste estudo foi de 20:80, consideravelmente mais energética que a relação 50:50 usada por Ítavo *et al.* (2009). Essa diferença na densidade energética poderia, em teoria, impactar o peso dos constituintes não-carcaça, como o aumento da deposição de gordura visceral (gordura perirrenal, omental e mesentérica) e o peso do fígado, devido ao maior fluxo de nutrientes absorvidos (Dougherty *et al.*, 2022; Drackley *et al.*, 2014). No entanto, a ausência de diferenças significativas observada sugere que os aditivos não influenciaram diretamente o metabolismo desses tecidos ou que a dieta altamente energética pode ter promovido uma adaptação metabólica mais eficiente.

5. Conclusão

A inclusão de EPV ou salinomicina em dietas de alto concentrado para ovinos não comprometeu o desempenho produtivo, os parâmetros fisiológicos, a função hepática e renal, nem as características de carcaça e qualidade da carne. Ambos os aditivos podem ser utilizados com segurança em dietas energéticas para ovinos, sendo o extrato de própolis verde uma alternativa promissora aos ionóforos convencionais.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, n. 3, p. 207–225, 1999. DOI: 10.1016/S0925-5214(98)00086-6.
- ABD-ALLAH, M.; DAGHASH, M. W. H. Influence of using flavomycin and propolis as feed additives on buffalo milk production, and growth performance and blood metabolites of suckling calves. **Egyptian Journal of Nutrition and Feeds**, v. 22, n. 1, p. 13–22, 2019. DOI: 10.21608/EJNF.2019.75835.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Meat color measurement guidelines**. Champaign, IL: AMSA, 2012, 136 p.
- AMMAR, K. M. *et al.* World Journal of Hepatology Abnormal liver enzymes: A review for clinicians Conflict-of-interest statement: Provenance and peer review: Peer-review report's scientific quality classification Grade A (Excellent): 0 Grade B. **World J Hepatol**, v. 13, n. 11, p. 1688–1698, 2021. DOI: 10.4254/wjh.v13.i11.1688.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2010.
- ATHANASIOU, L. V. *et al.* Effect of storage time on the urine protein: creatinine ratio in alkaline ovine urine. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 33, n. 6, p. 1176–1179, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/10406387211031517>.
- ATHANASSIOU, G.; BANKOVA, V.; POPOVA, M. Propolis: Harnessing Nature's Hidden Treasure for Sustainable Agriculture. **Agrochemicals**, v. 2, n. 4, p. 581–597, 2023. DOI: 10.3390/AGROCHEMICALS2040033. Available at: <https://www.mdpi.com/2813-3145/2/4/33/htm>. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- AZZAZ, H. H.; MURAD, H. A.; MORSY, T. A. Utility of ionophores for ruminant animals: A review. **Asian Journal of Animal Sciences**, v. 9, n. 6, p. 254–265, 2015. <https://doi.org/10.3923/AJAS.2015.254.265>. Accessed on: 27 Apr. 2025.
- BANKOVA, V. *et al.* Standard methods for Apis mellifera propolis research. **Journal of Apicultural Research**, v. 58, n. 2, p. 1–49, 2019. DOI: 10.1080/00218839.2016.1222661. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00218839.2016.1222661>. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- BEAUCHEMIN, K. A. K. M.; KOENIG, W. Y.; MCALLISTER, T. A. Additives that alter ruminal fermentation and gastrointestinal function in beef cattle. **In**: S. de C. Valadares Filho, editor. 7th International Symposium of Beef cattle Production. 2018. Suprema Gráfica Ltda, Viçosa, MG.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. Growth Patterns of Bovine Muscle, Fat and Bone. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 3, p. 611–619, 1968. DOI: 10.2527/JAS1968.273611X. Available at: <https://dx.doi.org/10.2527/jas1968.273611x>. Accessed: 11 May 2025.
- BERGEN, W. G.; BATES, D. B. Ionophores: Their Effect on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v. 58, n. 6, p. 1465–1483, 1984. DOI: 10.2527/JAS1984.5861465X. Available at: <https://dx.doi.org/10.2527/jas1984.5861465x>. Accessed on: 3 Jun. 2025.

BORGES, M. C. R. *et al.* Uso de modelos não lineares para avaliar a curva de crescimento de ovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 15, p. 1–6, 2023. DOI: 10.35699/2447-6218.2023.45002. Accessed on: 13 Apr. 2025.

BOUFADI, Y. M. *et al.* Antioxidant effects and bioavailability evaluation of propolis extract and its content of pure polyphenols. **Journal of Food Biochemistry**, v. 42, n. 1, p. e12434, 2018. DOI: 10.1111/JFBC.12434. Available at: /doi/pdf/10.1111/jfbc.12434. Accessed on: 13 May 2025.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jun, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura. PORTARIA Nº 365, DE 16 DE JULHO DE 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SDA/MAA Diário Oficial da União, Brasília, 23/07/2021 | Edição: 138-A | Seção: 1 - Extra A. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-365-de-16-de-julho-de-2021-334038845>

BRASIL. Ministério da saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356> Acesso em: 18 set de 2025.

BÜRGER, P. J. *et al.* Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236–242, 2000. DOI: 10.1590/S1516-35982000000100031. Accessed on: 26 May 2025.

BURNS, T. **Fatty acids and lipogenesis in ruminant adipocytes**. 2011. 1–125 f. Clemson University, 2011. Available at: https://tigerprints.clemson.edu/all_dissertations. Accessed on: 11 May 2025.

CAMPO, M. M. *et al.* Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v. 72, n. 2, p. 303–311, 2006. DOI: 10.1016/J.MEATSCI.2005.07.015. Accessed on: 12 May 2025.

CAMPOS, L. M. *et al.* Predicting empty body weight in growing goats: A meta-analytic approach. **Small Ruminant Research**, v. 155, p. 45–50, 2017. DOI: 10.1016/J.SMALLRUMRES.2017.09.002. Accessed on: 19 May 2025.

CÉCERE, B. G. O. *et al.* Addition of propolis to milk improves lactating lamb's growth: Effect on antimicrobial, antioxidant and immune responses in animals. **Small Ruminant Research**, v. 194, p. 106265, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2020.106265>. Accessed on: 12 Apr. 2025.

CEZAR, M. F.; SOUZA W.H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: 2007. vol. 1. Accessed on: 13 May 2025.

CHEN, Y. W. *et al.* Antibacterial activity of propolins from Taiwanese green propolis. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 26, n. 2, p. 761–768, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.10.002>.

CHENG, Q.; SUN, D. W. Factors Affecting the Water Holding Capacity of Red Meat Products: A Review of Recent Research Advances. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 2, p. 137–159, 2008. DOI 10.1080/10408390601177647.

CLEMMONS, B. A.; VOY, B. H.; MYER, P. R. Altering the Gut Microbiome of Cattle: Considerations of Host-Microbiome Interactions for Persistent Microbiome Manipulation. **Microbial Ecology**, v. 77, n. 2, p. 523–536, 2019. DOI: 10.1007/S00248-018-1234-9/METRICS. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00248-018-1234-9>. Accessed on: 3 Jun. 2025.

COELHO, E. R. *et al.* Phytogenic additive to improve nutrient digestibility, carcass traits and meat quality in sheep finished on rangeland. **Livestock Science**, v. 241, p. 104268, 2020. DOI: 10.1016/J.LIVSCI.2020.104268. Accessed on: 13 May 2025.

CORDÃO, M. R. *et al.* Acabamento de carcaça de ovinos e caprinos - revisão bibliográfica. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 8, n. 2, p. 16–23, 2012.

COSME, F. *et al.* Innovative Approaches in Sensory Food Science: From Digital Tools to Virtual Reality. **Applied Science**, v. 15, n. 8, p. 4538, 2025. DOI 10.3390/APP15084538. Available at: <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/8/4538/htm>. Accessed on: 17 Sep. 2025.

CRUZ, C. C. *et al.* Avaliação e composição centesimal e as características físico-químicas da carne de ovinos, **Pubvet**, v. 10, n. 2, p. 147–162, 2016. DOI 10.22256/pubvet.v10n2.147-162. Available at: www.pubvet.com.br. Accessed on: 12 May 2025.

DAVIES, A. S.; PRYOR, W. J. Growth changes in the distribution of dissectable and intramuscular fat in pigs. **The Journal of Agricultural Science**, v. 89, n. 2, p. 257–266, 1977. DOI: 10.1017/S0021859600028161.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010. DOI 10.1590/S0102-09352010000400030. Accessed on: 26 May 2025.

DING, W. *et al.* Meat of Sheep: Insights into Mutton Evaluation, Nutritive Value, Influential Factors, and Interventions. **Agriculture**, v. 14, n. 7, p. 1060, 2024. DOI 10.3390/AGRICULTURE14071060. Available at: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/7/1060/htm>. Accessed on: 16 Sep. 2025.

DOUGHERTY, H. C. *et al.* Effects of dietary energy density and supplemental rumen undegradable protein on intake, viscera, and carcass composition of lambs recovering from nutritional restriction. **Journal of Animal Science**, v. 100, n. 7, p. 158, 2022. DOI 10.1093/JAS/SKAC158. Accessed on: 10 May 2025.

DRACKLEY, J. K. *et al.* Visceral adipose tissue mass in nonlactating dairy cows fed diets differing in energy density1. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3420–3430, 2014. DOI: 10.3168/jds.2014-8014. Available at: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showFullText?pii=S0022030214002525>. Accessed on: 10 May 2025.

DUCKETT, S. K. K. T. A. L. R. K.; *et al.* Effect of freezing on calpastatin activity and tenderness of callipyge lamb. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p. 1869–1874, 1998.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5. Ed. rev. Curitiba: PUCPRESS, 2019. 540p. (Coleção Exatas, v. 4).

- FERNANDES, L. D. D. *et al.* Effects of different additives on cattle feed intake and performance - a systematic review and meta-analysis. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, n. 3, p. e20230172, 2024. DOI 10.1590/0001-3765202420230172. Accessed on: 3 Jun. 2025.
- FERNÁNDEZ, A. *et al.* Clinicopathological features in ovine AA amyloidosis. **Research in Veterinary Science**, v. 75, n. 3, p. 203–208, 2003. DOI: 10.1016/s0034-5288(03)00139-5. Available at: [https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0034-5288\(03\)00139-5](https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/S0034-5288(03)00139-5). Accessed on: 10 Apr. 2025.
- FERREIRA, J. *et al.* Compilations and updates on residual feed intake in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 56, n. 5, p. 1–10, 2024. DOI 10.1007/S11250-024-04018-7/FIGURES/1. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-024-04018-7>. Accessed on: 12 Apr. 2025.
- FERREIRA, J. M.; NEGRI, G. Composição química e atividade biológica das própolis brasileiras: verde e vermelha. **Acta apicola brasílica**, v. 6, n. 1, 2017. DOI 10.18378/aab.v6i1.4962. Available at: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/APB>. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- FILHO, A. E. *et al.* Intake and ingestive behavior in lambs fed low-digestibility forages. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 7, p. 1315–1321, 2016. DOI 10.1007/S11250-016-1090-X/METRICS. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-016-1090-x>. Accessed on: 26 May 2025.
- FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science**, v. 98, p. 361–371, 2014. Available at: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>. Accessed on: 16 Sep. 2025.
- FORREST, J. C. *Et al.* **Principles of meat science**. Acribia, 1979. 1975 pp. 417pp p. Accessed: 12 May 2025.
- GE, T. *et al.* High-energy diet modify rumen microbial composition and microbial energy metabolism pattern in fattening sheep. **BMC Veterinary Research**, v. 19, n. 1, p. 1–12, 2023. DOI: 10.1186/S12917-023-03592-6/FIGURES/5. Available at: <https://link.springer.com/articles/10.1186/s12917-023-03592-6>. Accessed on: 3 Jun. 2025.
- GONZÁLEZ, F. H. F.; SILVA, C. S. **Patologia clínica veterinária**. 1st ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. vol. 1, Accessed on: 9 Apr. 2025.
- GOTOH, T. *et al.* Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. **Meat Science**, v. 82, n. 3, p. 300–308, 2009. DOI: 10.1016/J.MEATSCI.2009.01.026.
- GOULARTE, S. R. *et al.* Ingestive behavior and nutrient digestibility in cows fed different levels of concentrate. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 414–422, 2011. Accessed on: 5 Apr. 2025.
- HAFEZ, A. M. *et al.* Enzymatic and haematological studies on buffaloes at periparturient periods. **Assint vet. med. Joraul**, v. 11, n. 21, 1983.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, n. 2, p. 335–443, 1960.

- HASSAN, S. H. Effect of Propolis on Blood Glycemic Control and Lipid Metabolism in Diabetic Rabbits. **International Journal of Pharmacy & Life Sciences**, v. 5, n. 12, p. 4031–4037, 2014.
- HENRIQUES, L. C. S. *et al.* Avaliação dos fatores etários sobre a função renal de ovelhas Santa Inês. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 642–646, 2016. DOI 10.1590/S0100-736X2016000700014. Accessed on: 10 Apr. 2025.
- HRISTOV, A. N. *et al.* Variability in feed and total mixed ration neutral detergent fiber and crude protein analyses among commercial laboratories1. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5348–5362, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3333>. Accessed on: 26 May 2025.
- HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat science**, v. 49, n. 4, p. 447–457, 1998.
- HUANG, Y. *et al.* Feeding regimens affecting carcass and quality attributes of sheep and goat meat — A comprehensive review. **Animal Bioscience**, v. 36, n. 9, p. 1314, 2023. DOI 10.5713/AB.23.0051. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10472155/>. Accessed on: 3 Jun. 2025.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 194–204, 2005. DOI 10.1016/J.MEATSCI.2005.04.022. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174005001257>. Accessed on: 23 Sep. 2025.
- IBRAHIM, A.; AU, J.; WONG, A. The ionophore resistance genes narA and narB are geographically widespread and linked to resistance to medically important antibiotics. **mSphere**, v. 10, n. 7. 2025. DOI 10.1128/MSPHERE.00243-25/FORMAT/EPUB. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- IBRAHIM, M. E. E. D.; ALQURASHI, R. M. Anti-fungal and antioxidant properties of propolis (bee glue) extracts. **International Journal of Food Microbiology**, v. 361, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109463>.
- ÍTAVO, C C B F. *et al.* Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. **The Kielanowski Institute of Animal Physiology and Nutrition**, v. 28, p. 149–158, 2019. DOI 10.22358/jafs/109284/2019. Available at: <https://doi.org/10.22358/jafs/109284/2019>. Accessed on: 28 Apr. 2025.
- ÍTAVO, C. C. B. F. *et al.* Características de carcaça, componentes corporais e rendimento de cortes de cordeiros confinados recebendo dieta com própolis ou monensina sódica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 898–905, 2009. DOI 10.1590/S1516-35982009000500017. Accessed on: 10 May 2025.
- ÍTAVO, C. C.B.F. *et al.* Influence of solid residue from alcoholic extraction of brown propolis on intake, digestibility, performance, carcass and meat characteristics of lambs in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 28, n. 2, p. 149–158, 2019. <https://doi.org/10.22358/JAFS/109284/2019>. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- JEŽEK, F. *et al.* Cooking of meat: effect on texture, cooking loss and microbiological quality – a review. **Acta Veterinaria Brno**, v. 88, n. 4, p. 487–496, 2020. DOI 10.2754/AVB201988040487. Available at: <http://actavet.vfu.cz/>. Accessed on: 18 May 2025.

KERTH, C. R.; MILLER, R. K. Beef flavor: a review from chemistry to consumer. **Journal Science Food Agriculture**, v. 95, p. 2783–2798, 2015. Available at: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1002/jsfa.7204>. Accessed on: 16 Sep. 2025.

KHOLIF, A. E.; OLAFADEHAN, O. A. Essential oils and phytogetic feed additives in ruminant diet: chemistry, ruminal microbiota and fermentation, feed utilization and productive performance. **Phytochemistry Reviews**, v. 20, n. 6, p. 1087–1108, 2021. DOI 10.1007/S11101-021-09739-3/METRICS. Accessed on: 3 Jun. 2025.

KING, D. A. *et al.* American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement. **Meat and Muscle Biology**, v. 6, n. 4, 2023. DOI 10.22175/MMB.12473. Available at: <https://www.iastatedigitalpress.com/mmb/article/id/12473/>. Accessed on: 18 May 2025.

KOZLOSKI, G. V. *et al.* Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 98–102, 2005. DOI 10.1590/S0103-84782005000100015. Available at: <https://www.scielo.br/j/cr/a/bwy7Z9ghBcrGccb3Wk5vcMv/>. Accessed on: 10 Apr. 2025.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347–358, 1996. DOI 10.1016/0377-8401(95)00837-3. Accessed on: 26 May 2025.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 7, n. 1, p. 14–28, 2013. DOI: 10.21708/AVB.2013.7.1.3119. Available at: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/3119>. Accessed: 12 Nov. 2025.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, n. 1, p. 3–15, 2016. DOI: 10.17533/UDEA.RCCP.324959. Accessed: 12 Nov. 2025.

LOPES ZEOLA, N. M. B. *et al.* Meat quality of lambs fed phytogetic additives1. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6SUPL2, p. 3883–3900, 2021. DOI 10.5433/1679-0359.2021v42n6SUPL2p3883. Available at: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/42749>. Accessed on: 12 May 2025.

MARCUCCI, M. C. *et al.* Metodologias Acessíveis para a Quantificação de Flavonoides e Fenóis Totais em Própolis. **Revista virtual de química**, v. 13, n. 1, 2020.

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Effects of Ionophores on Ruminal Function of Beef Cattle. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2871, 2021. DOI 10.3390/ANI11102871. Available at: <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/10/2871/htm>. Accessed on: 11 Aug. 2025.

MARTIN, P.; BATESON, P. Measuring behaviour: an introductory guide. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 200 p

MEDA, A. *et al.* Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571–577, 2005. DOI 10.1016/J.FOODCHEM.2004.10.006. Accessed on: 26 May 2025.

MEDEIROS, G. R. *et al.* Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 37, n. 6, p. 1063–1071, 2008. DOI 10.1590/S1516-35982008000600017. Accessed on: 10 May 2025.

- MELO, A. A. M. *et al.* Capacidade antioxidante da própolis. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 3, p. 341–348, 2014. DOI 10.1590/S1983-40632014000300004. Available at: <https://www.scielo.br/j/pat/a/Ff4HtdQ3zvxDmFyws4vgMfn/>. Accessed on: 13 May 2025.
- MERCHEN, N. R.; BERGER, L. L. Effect of salinomycin level on nutrient digestibility and ruminal characteristics of sheep and feedlot performance of cattle. **Journal of animal science**, v. 60, n. 5, p. 1–9, 1985. Accessed on: 4 Apr. 2025.
- MERTENS, D. R. **NDF and DMI-Has anything changed**. In: Proc. Cornell Nutr. Conf., Syracuse, NY. Pp. 2010. p. 160-174.
- MILLEN, D. D. **Rumenologia**: Uma viagem ao fantástico mundo do rúmen. 2nd ed. São Paulo: [s. n.], 2023. vol. 1.
- MOISÁ, S. J. *et al.* Central role of the PPAR γ gene network in coordinating beef cattle intramuscular adipogenesis in response to weaning age and nutrition. **Gene Regulation and Systems Biology**, v. 2014, n. 8, p. 17–32, 2014. DOI 10.4137/GRSB.S11782/FORMAT/EPUB. Accessed on: 12 May 2025.
- MONSALVE, J. G.; DOMINGUES MILLEN, D. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, p. 1518571, 2025. DOI 10.3389/FVETS.2025.1518571. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2025.1518571/full>. Accessed on: 9 Jun. 2025.
- MORENO, G. M. B. *et al.* Rendimento dos componentes não-carcaça de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2878–2885, 2011. DOI 10.1590/S1516-35982011001200035. Accessed on: 10 May 2025.
- MORENO, G. M. B.; BOAVENTURA NETO, O. Avaliação e cortes da carcaça em ovinos e caprinos. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 19, n. 2, p. 32–41, 2016. Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20173149400>. Accessed on: 30 Apr. 2025.
- MORSY, A. S. *et al.* Bee propolis extract as a phytogetic feed additive to improve diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 273, p. 114834, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114834>
- MUROYA, S. An insight into farm animal skeletal muscle metabolism based on a metabolomics approach. **Meat Science**, v. 195, p. 108995, 2023. DOI 10.1016/J.MEATSCI.2022.108995. Accessed on: 27 Apr. 2025.
- NAGARAJA, T. G.; TAYLOR, M. B. Susceptibility and resistance of ruminal bacteria to antimicrobial feed additives. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 53, n. 7, p. 1620–1625, 1987. DOI 10.1128/AEM.53.7.1620-1625.1987. Available at: [/doi/pdf/10.1128/aem.53.7.1620-1625.1987?download=true](https://doi.org/10.1128/aem.53.7.1620-1625.1987?download=true). Accessed on: 11 May 2025.
- NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal Acidosis in Beef Cattle: The Current Microbiological and Nutritional Outlook. **Journal Dairy Science**, v. 90, p. 17–38, 2007. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-478>. Accessed on: 6 Apr. 2025.
- NASCIMENTO, T. G. *et al.* Examen de las actividades fitoquímica, antioxidante y antibacteriana de extractos comerciales de propóleos. **Journal of Apicultural Research**, v. 57, n. 2, p. 246–254, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1412563>.

NASEM – **National Academies Of Sciences, Engineering, And Medicine. Nutrient requirements of beef cattle**. 8. ed. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2016. 494 p. DOI: <https://doi.org/10.17226/19014>.

National Research Council (2007) **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press, Washington, D.C.

NEUMANN, M. *et al.* Production performance and safety of meat from beef cattle finished in feedlots using salinomycin in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 6, p. 4221–4234, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n6p4221. Acesso em: 05.04.2025.

OLADAYO, M. I. Nigerian propolis improves blood glucose, glycated hemoglobin A1c, very low-density lipoprotein, and high-density lipoprotein levels in rat models of diabetes. **Journal of Intercultural Ethnopharmacology**, v. 5, n. 3, p. 233, 2016. DOI: 10.5455/JICE.20160502065029.

OLIVEIRA, C. A.; D. D. MILLEN. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014. doi:10.1016/j.anifeeds.2014.08.010.

ORDOÑEZ, J. A. **Tecnologia de Alimentos**. artmed, 2005. vol. 2, Accessed on: 18 May 2025.

ORNAGHI, M. G. *et al.* Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. **Meat Science**, v. 163, p. 108059, 2020. DOI 10.1016/J.MEATSCI.2020.108059.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SUPPL. 1, p. 292–300, 2009. DOI 10.1590/S1516-35982009001300029. Accessed on: 13 May 2025.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 292–300, 2009. Available at: https://www.researchgate.net/publication/262521660_Sensorial_characteristics_of_sheep_meat. Accessed on: 16 Sep. 2025.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of animal science**, v. 71, n. 11, p. 3138–3150, 1993. DOI 10.2527/1993.71113138X. Accessed on: 21 Sep. 2025.

PAIXÃO, T. R. *et al.* Intake, digestibility, ruminal parameters, and performance in lamb fed with increasing levels of red propolis extract. **Tropical animal health and production**, v. 54, n. 6, 2022. DOI 10.1007/S11250-022-03376-4. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36316411/>. Accessed on: 4 Apr. 2025.

PINHEIRO, R. S. B. *et al.* Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 154–157, 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000500024. Available at: <https://www.scielo.br/j/cta/a/8GB3txJ664JLbJDjtn4g6qC/>. Accessed: 12 May 2025.

PINTO, A. C. J.; and D. D. MILLEN. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: The 2016 Brazilian survey. **Can. Journal Animal Science**, v. 99, p. 392–407, 2019. doi:10.1139/cjas-2018-0031.

PINTO, M. S. *et al.* Efeito de extratos de própolis verde sobre bactérias patogênicas isoladas do leite de vacas com mastite. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal**

Science, v. 38, n. 6, p. 278–283, 2001. DOI 10.1590/S1413-95962001000600006. Accessed on: 11 May 2025.

PONNAMPALAM, E. N. *et al.* Effects of Nutritional Factors on Fat Content, Fatty Acid Composition, and Sensorial Properties of Meat and Milk from Domesticated Ruminants: An Overview. **Animals**, v. 14, n. 6, p. 840, 2024. DOI 10.3390/ANI14060840. Accessed on: 27 Apr. 2025.

POLLI, V. A. *et al.* Aspectos relativos à ruminção de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n.5, p.987-993, 1996.

PRACHE, S.; SCHREURS, N.; GUILLIER, L. Review: Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. **Animal**, v. 16, p. 100330, 2022. DOI: 10.1016/J.ANIMAL.2021.100330. Accessed: 22 Jan. 2026.

PRADO-CALIXTO, O. P. *et al.* Comportamento ingestivo e parâmetros sanguíneos em ovinos que receberam dietas contendo aditivos à base de extratos de própolis em pó. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 2, p. 381–390, 2017. DOI 10.1590/1678-4162-9065. Accessed on: 5 Apr. 2025.

PRZYBYŁEK, I.; KARPÍŃSKI, T. M. Antibacterial Properties of Propolis. **Molecules** v. 24, n. 11, p. 2047, 2019. DOI 10.3390/MOLECULES24112047. Available at: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/11/2047/htm>. Accessed on: 11 Aug. 2025.

QUEIROZ, L. O. *et al.* Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 3, p. 712–722, 2015. DOI 10.1590/S1519-99402015000300021. Accessed on: 30 Apr. 2025.

RIBEIRO, V. L. *et al.* Número de bolos ruminais e mastigação merérica de ovinos recebendo dieta a base de palma forrageira e feno de Atriplex. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, n. 1, p. 463–468, 2023. DOI 10.34188/bjaerv6n1-041. Available at: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1154582>. Accessed on: 5 Apr. 2025.

RIPOLL, G.; JOY, M.; MUÑOZ, F. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. **Meat Science**, v. 87, n. 1, p. 88–93, 2011. DOI 10.1016/J.MEATSCI.2010.09.008. Accessed on: 12 May 2025.

RIVERA-CHACON, R. *et al.* Supplementing a Phytogenic Feed Additive Modulates the Risk of Subacute Rumen Acidosis, Rumen Fermentation and Systemic Inflammation in Cattle Fed Acidogenic Diets. **Animals**, v. 12, n. 9, p. 1201, 2022. DOI 10.3390/ANI12091201/S1. Accessed on: 3 Jun. 2025.

ROBELIN, J. Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review. **Livestock Production Science**, v. 14, n. 4, p. 349–364, 1986. DOI: 10.1016/0301-6226(86)90014-X.

SARMENTO, J. L. R. *et al.* Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 435–442, 2006. DOI 10.1590/S1516-35982006000200014. Available at: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/7pnFd5fYQf7DWvxzZZh4b3D/?lang=pt>. Accessed on: 31 Aug. 2025.

RODRIGUES, M. S. A. *et al.* Visão da triagem fitoquímica de amostras de própolis do Nordeste do Brasil por HPLC: variedades verde, preta e vermelha. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020. Accessed on: 11 Aug. 2025.

ROZANSKI, S. *et al.* Carcass and meat traits, and non-carcass components of lambs fed ration containing increasing levels of urea. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1587–1604, 2017. DOI 10.5433/1679-0359.2017v38n3p1587. Accessed on: 10 May 2025.

RUEDT, C.; GIBIS, M.; WEISS, J. Meat color and iridescence: Origin, analysis, and approaches to modulation. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 22, n. 4, p. 3366-3394, 2023.

SAAD, S. *et al.* Potential Role of Propolis Nanoparticles in Medicine and Health: An Updated Review. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 10, n. 3, p. 589–598, 2022. <https://doi.org/10.17582/JOURNAL.AAVS/2022/10.3.589.598>. Accessed on: 11 Aug. 2025.

SAHOO, A. *et al.* **Ruminants: the husbandry, economic and health aspects**. 1st ed. London: InTech, 2018. v. 1. DOI: <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.72154>. Accessed on: 9 Apr. 2025.

SALAZAR-CUYTUN, E. R. *et al.* Avaliação de modelos para estimar o peso corporal vazio em cabelos de ovelhas criadas em sistema de confinamento. **Agroecossistemas tropicais e subtropicais**, v. 25, n. 3, p. 1–7, 2022. DOI 10.56369/tsaes.4213. Available at: <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/4213>. Accessed on: 19 May 2025.

SALINAS-CHAVIRA, J. *et al.* Influence of Monensin and Salinomycin on Growth and Carcass Characteristics in Pelibuey Lambs. **Journal of Applied Animal Research**, v. 28, n. 2, p. 93–96, 2005. DOI 10.1080/09712119.2005.9706799. Accessed on: 12 Apr. 2025.

SANTOS, N. W. *et al.* Brazilian propolis extract used as an additive to decrease methane emissions from the rumen microbial population in vitro. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 5, p. 1051–1056, 2016. DOI 10.1007/S11250-016-1062-1/METRICS. Accessed on: 12 May 2025.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT® User's guide. Version 9.4. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2024.

SCHEPPER, J.; COCK, I., CAPIAU, E. Urinary gamma-glutamyl transferase and the degree of renal dysfunction in 75 bitches with pyometra. **Revista Veterinaria Science**, v. 46, n. 3 p. 396-400, 1989. PMID: 2568010.

SCHOUTETEN, J. J. *et al.* The effect of the research setting on the emotional and sensory profiling under blind, expected, and informed conditions: A study on premium and private label yogurt products. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 1, p. 169–186, 2017. DOI 10.3168/jds.2016-11495. Accessed on: 17 Sep. 2025.

SCHUMACHER, M. *et al.* Fat Deposition and Fat Effects on Meat Quality—A Review. **Animals**, v. 12, n. 12, p. 1550, 2022. DOI: 10.3390/ANI12121550. Available at: <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/12/1550/htm>. Accessed: 11 May 2025.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 2001. 302p

SILVA, D. A. P. *et al.* Parâmetros de metabólitos bioquímicos em ovinos criados no Brasil. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 0, p. 1–5, 25 2020. DOI 10.35699/2447-6218.2020.20404. Accessed on: 9 Apr. 2025.

- SILVA, D. G. *et al.* Non-car cass component yield of lambs finished in distinct production systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 1215–1224, 2019. DOI 10.5433/1679-0359.2019v40n3p1215. Available at: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/33270>. Accessed on: 10 May 2025.
- SILVA, F. A. S. *et al.* **Aditivos para bovinos de corte**. In: Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – BR-CORTE. 4. ed. Viçosa: Produção Independente, 2023. p. 42. ISBN: 978-85-8179-192-0. DOI: 10.26626/978-85-8179-192-0.2023.b001.
- SILVA, F. G. B. *et al.* Extrato de própolis e monensina só dico na fermentação ruminal e parâmetros hematológicos em ovinos. **Acta Scientiarum**, v. 37, p. 273—280, 2015. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v37i3.25725>.
- SILVA, J. A. *et al.* Dietary addition of crude form or ethanol extract of brown propolis as nutritional additive on behaviour, productive performance and carcass traits of lambs in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 28, n. 1, p. 31–40, 2019. DOI 10.22358/JAFS/105442/2019. Accessed on: 15 Apr. 2025.
- SILVA, J. W. Características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com o uso do extrato de própolis vermelha. 2020. Dissertação - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2020. Accessed on: 26 May 2025.
- SILVA, N. I. S. *et al.* Green propolis extract derived from *Mimosa tenuiflora* as an additive in the diet of sheep. **Tropical animal health and production**, v. 57, n. 2, p. 67, 2025. DOI 10.1007/S11250-025-04301-1/TABLES/7. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-025-04301-1>. Accessed on: 6 Apr. 2025.
- SILVA, Y. A. *et al.* Can roughage: concentrate ratio affect the action of red propolis extract on sheep metabolism? **Tropical Animal Health and Production**, vol. 53, n. 5, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02907-9>.
- SILVESTRE, A. M.; D. D. MILLEN. The 2019 Brazilian Survey On Nutritional Practices Provided By Feedlot Cattle Consulting Nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, p.1–2, 2021. doi:10.37496/RBZ5020200189.
- SMITH, S. B. CROUSE, D. J. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in intramuscular and subcutaneous bovine adipose tissue. **The Journal of Nutrition**, v. 114, n. 4, 792–800, DOI: 10.1093/jn/114.4.792. [s. l.], [s. d.]. Available at: <https://sci-hub.se/10.1093/jn/114.4.792>. Accessed on: 11 May 2025.
- SOLTAN, Y. A. *et al.* Propolis as a natural feed additive in ruminant diets; can propolis affect the ruminants performance?: Areview. **Nutrition and Feeds**, v. 19, n. 1, p. 73–79, 2016. Accessed on: 12 Apr. 2025.
- SOLTAN, Y. A.; PATRA, A. K. Bee propolis as a natural feed additive: Bioactive compounds and effects on ruminal fermentation pattern as well as productivity of ruminants. **Indian Journal of Animal Health**, v. 59, n. 2, p. 50–61, 2020. <https://doi.org/10.36062/IJAH.59.2SPL.2020.50-61>. Accessed on: 12 May 2025.
- SUMAN, S. P., & JOSEPH, P. Chemical and physical characteristics of meat | color and pigment. In: M. Dikeman, & C. Devine (Eds.), **Encyclopedia of meat sciences** (p. 244–251). Elsevier Academic Press, 2014.

- STRADIOTTI, D. *et al.* Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1086–1092, 2004. DOI 10.1590/S1516-35982004000400029.
- STRYDOM, P. *et al.* Comparison of shear force tenderness, drip and cooking loss, and ultimate muscle pH of the loin muscle among grass-fed steers of four major beef crosses slaughtered in Namibia. **South African Journal of Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 348–359, 2016. DOI 10.4314/SAJAS.V46I4.2.
- TESTA, M. L. *et al.* Color and Marbling as Predictors of Meat Quality Perception of Argentinian Consumers. **Foods**, v. 10, n. 7, p. 1465, 2021. DOI 10.3390/FOODS10071465. Available at: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/7/1465/htm>. Accessed on: 18 May 2025.
- TIAN, S. *et al.* Metabolomics reveals that alcohol extract of propolis alleviates D-gal-induced skeletal muscle senescence in mice. **Food Bioscience**, v. 49, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101885>. Accessed on: 13 May 2025.
- TÓTHOVÁ, C.; NAGY, O.; KOVÁČ, G. Relationship between some variables of protein profile and indicators of lipomobilization in dairy cows after calving. **Archives Animal Breeding**, v. 57, n. 1, p. 1–9, 2014. DOI: 10.7482/0003-9438-57-019.
- VALERO, M. V. *et al.* Extrato de própolis na dieta de machos mestiço s ($\frac{1}{2}$ Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nelore) não castrados terminados em confinamento: desempenho animal, eficiência alimentar e características de carcaça. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 1067–1078, 2015. DOI 10.5433/1679-0359.2015v36n2p1067.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. London: Cornell University Press, 1994. Accessed on: 12 Apr. 2025.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597 DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2). Accessed on: 26 May 2025.
- VANSOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n.10, p.3583–3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- VASTA, V. *et al.* Invited review: Plant polyphenols and rumen microbiota responsible for fatty acid biohydrogenation, fiber digestion, and methane emission: Experimental evidence and methodological approaches. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 5, p. 3781–3804, 2019. DOI 10.3168/JDS.2018-14985. Accessed on: 4 Jun. 2025.
- VELÁZQUEZ, E. *et al.* Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. **Fitoterapia**, v. 74, n. 1–2, p. 91–97, 2003. DOI 10.1016/S0367-326X(02)00293-9. Accessed on: 11 Aug. 2025.
- WANG, J. *et al.* Phytogetic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. **Animal Nutrition**, v. 17, p. 244–264, 2024. DOI 10.1016/J.ANINU.2024.01.012. Accessed on: 16 Sep. 2025.
- WANG, Q. *et al.* Effects of dietary energy levels on rumen fermentation, microbiota, and gastrointestinal morphology in growing ewes. **Food Science & Nutrition**, v. 8, n. 12, p.

6621–6632, 2020. DOI 10.1002/FSN3.1955. Available at: /doi/pdf/10.1002/fsn3.1955. Accessed on: 3 Jun. 2025.

WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. S. A theoretically based model to predict the total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v. 39, n. 1–2, p. 95–110, 1992.

YÁÑEZ, E. A. *et al.* Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1564–1572, 2004. DOI 10.1590/S1516-35982004000600024. Available at: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/kgHdMTpbLT5Csb7s8LM5BQ/?lang=pt>. Accessed on: 27 May 2025.

ZAWADZKI, F. *et al.* Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1627–1636, 2011. DOI 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1627. Accessed on: 4 Apr. 2025.

ZHANG, L.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Technological innovations or advancement in detecting frozen and thawed meat quality: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 11, p. 1483–1499, 2023. DOI 10.1080/10408398.2021.1964434.

**CAPÍTULO 5 – RESPOSTAS MORFOFUNCIONAIS DO TRATO
GASTROINTESTINAL E DO FÍGADO DE CORDEIROS CONFINADOS
SUPLEMENTADOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE E SALINOMICINA**

ARTIGO EXPERIMENTAL 4

SERÁ SUBMETIDO NA REVISTA ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY

Qualis capes (2021 – 2024): A1 (Zootecnia e Recursos pesqueiros)

Fator de impacto: 2.7

RESUMO: Dietas de alto concentrado utilizadas em sistemas de confinamento podem induzir alterações morfofuncionais no trato gastrointestinal e em órgãos associados ao metabolismo de ruminantes. Nesse contexto, objetivou-se avaliar a oferta de extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL) sobre a histomorfometria e ultraestrutura do trato digestório e órgãos anexos de cordeiros recebendo dietas de alto concentrado. Foram utilizados 21 cordeiros machos da raça Santa Inês, com idade de 5 ± 1 meses e peso de $17,08 \pm 2,36$ kg, distribuídos em três dietas: controle (CON); CON + 24 mg/kg MS de SAL (SAL); CON + 24 ml/dia de EPV (EPV). Os cordeiros foram confinados por 90 dias. Ao final do período experimental, amostras de rúmen, fígado, ceco e duodeno foram coletadas e submetidas à avaliação histológica e à análise ultraestrutural por microscopia eletrônica de varredura (MEV), com ênfase na arquitetura tecidual, integridade epitelial e identificação de possíveis alterações morfofuncionais associadas aos efeitos nutricionais. A análise histomorfométrica do epitélio ruminal e do duodeno não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$). A arquitetura epitelial do rúmen e do intestino manteve-se preservada, assim como a organização dos hepatócitos no fígado, indicando adequada adaptação dos animais às dietas experimentais. Observou-se tendência de aumento ($P = 0.0726$) na densidade de muco cecal nos animais suplementados com SAL. Em relação ao glicogênio hepático, não foi observada diferença significativa ($P = 0,7117$) entre os tratamentos, com valores médios de 36,12; 41,27 e 35,58 para CON, SAL e EPV, respectivamente. As análises por microscopia eletrônica de varredura indicaram preservação da integridade da mucosa em todos os grupos. Conclui-se que a utilização do extrato de própolis verde ou salinomicina em dietas de alto concentrado para ovinos confinados não compromete a integridade morfofuncional do trato gastrointestinal e do fígado, indicando segurança do uso desses aditivos do ponto de vista histológico em sistemas intensivos de produção.

Palavras-chave: aditivos zootécnicos; confinamento; cordeiros; microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT: High-concentrate diets used in confinement systems can induce morphofunctional changes in the gastrointestinal tract and organs associated with ruminant metabolism. In this context, the objective was to evaluate the effect of green propolis extract (EPV) or salinomycin (SAL) on the histomorphometry and ultrastructure of the digestive tract and associated organs of lambs receiving high-concentrate diets. Twenty-one male Santa Inês lambs, aged 5 ± 1 months and weighing 17.08 ± 2.36 kg, were used and distributed into three diets: control (CON); CON + 24 mg/kg DM of SAL (SAL); CON + 24 ml/day of EPV (EPV). The lambs were confined for 90 days. At the end of the experimental period, samples of rumen, liver, caecum and duodenum were collected and subjected to histological evaluation and ultrastructural analysis by scanning electron microscopy (SEM), with emphasis on tissue architecture, epithelial integrity and identification of possible morphofunctional changes associated with nutritional effects. Histomorphometric analysis of the ruminal epithelium and duodenum did not differ between treatments ($P > 0.05$). The epithelial architecture of the rumen and intestine remained preserved, as did the organisation of hepatocytes in the liver, indicating adequate adaptation of the animals to the experimental diets. An increasing trend ($P = 0.0726$) in cecal mucus density was observed in animals supplemented with SAL. Regarding hepatic glycogen, no significant difference ($P = 0.7117$) was observed between treatments, with mean values of 36.12, 41.27, and 35.58 for CON, SAL, and EPV, respectively. Scanning electron microscopy analyses indicated preservation of mucosal integrity in all groups. It is concluded that the use of green propolis extract or salinomycin in high-concentrate diets for confined sheep does not compromise the morphofunctional integrity of the gastrointestinal tract and liver, indicating the safety of using these additives from a histological point of view in intensive production systems.

Keywords: confinement; lambs; scanning electron microscopy; zootechnical additives.

1. Introdução

A avaliação histológica de diferentes órgãos do trato gastrointestinal e do fígado torna-se especialmente relevante quando animais são submetidos a dietas com elevado teor de concentrado. Esse tipo de dieta, embora eficiente para promover ganhos de desempenho (Silvestre; Millen, 2021), pode alterar significativamente a integridade de estruturas como rúmen (Ferguson *et al.*, 2022), duodeno (Khiaosa-ard; Zebeli, 2018), ceco (Tao *et al.*, 2014) e fígado (Guo *et al.*, 2017), órgãos diretamente envolvidos nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes. Alterações como acidose ruminal, hiperqueratose ruminal, inflamações intestinais e abscessos hepáticos são frequentemente relatadas em regimes de alimentação intensiva, podendo comprometer o bem-estar nutricional, a eficiência alimentar e até a qualidade do produto final (Lai *et al.*, 2022; Rocha, L. C. *et al.*, 2022).

Diante desses potenciais impactos, o uso de aditivos alimentares capazes de modular a fermentação ruminal e reduzir distúrbios gastrointestinais tem sido amplamente investigado. A monensina sódica e salinomicina, pertencentes ao grupo dos ionóforos poliésteres carboxílicos, são tradicionalmente utilizados em dietas destinadas às fases de crescimento e terminação por sua capacidade de melhorar a eficiência energética (NASEM, 2016). Entretanto, as restrições crescentes ao uso de antibióticos impulsionaram a busca por aditivos naturais (Deolindo *et al.*, 2021). Nesse contexto, a própolis verde surge como uma opção promissora, não apenas pela capacidade antimicrobiana e moduladora da fermentação ruminal (Arief *et al.*, 2022; Morsy *et al.*, 2021), mas também pelo potencial de preservar a integridade de tecidos do trato gastrointestinal e órgãos acessórios, minimizando os efeitos adversos associados às dietas de alto concentrado (Garcia *et al.*, 2022; Gorka *et al.*, 2017).

Considerando que alterações histológicas podem refletir respostas adaptativas e metabólicas que não são plenamente detectadas por indicadores zootécnicos convencionais, a avaliação de parâmetros morfológicos juntamente com parâmetros histológicos constitui uma ferramenta essencial para a compreensão dos efeitos biológicos de diferentes aditivos alimentares (Soares *et al.*, 2022).

Com base nesse cenário, formulou-se a hipótese de que a própolis verde da *Mimosa tenuiflora*, por suas propriedades bioativas, seria capaz de atenuar alterações histológicas indesejáveis induzidas pela dieta concentrada, apresentando efeitos comparáveis ou até superiores aos da salinomicina, contribuindo para a manutenção da preservação da integridade tecidual. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da inclusão de salinomicina e

extrato de própolis verde (EPV) na dieta de ovinos alimentados com alto teor de concentrado sobre a morfologia de diferentes órgãos do trato gastrointestinal e do fígado.

2. Material e métodos

2.1 Período e localização do experimento

O experimento foi conduzido no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Pequenos Ruminantes (NEPPER), pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), campus Mossoró/RN, localizado a 5°12'48" de latitude Sul e 37°18'44" de longitude Oeste. A pesquisa foi previamente aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFERSA (CEUA/UFERSA), sob o protocolo nº 23/2021. O período experimental teve duração total de 90 dias, compreendendo uma fase inicial de 15 dias para adaptação dos animais às dietas e instalações, realizada entre os meses de março e maio de 2024.

2.2 Obtenção da própolis e confecção do extrato

As amostras brutas de própolis verde da *M. tenuiflora* foram adquiridas de apiários localizados nos municípios de Pau dos Ferros/RN, Limoeiro/CE e Vieirópolis/PB. As amostras passaram por processo de limpeza manual, para remoção das impurezas (como fragmentos de cascas ou insetos mortos) e em seguida foram trituradas em um triturador de grãos. Para a obtenção do extrato, 30 g da própolis moída foi armazenada em frascos de vidros, sendo adicionado 100 mL de solução hidroalcoólica a 70% graus GL, permanecendo em repouso por um período de 12 dias em local escuro. Após esse período, o material foi centrifugado e em seguida o extrato foi armazenado em frascos de vidro de coloração âmbar em ambiente refrigerado, conforme metodologia descrita por (Stradiotti *et al.*, 2004).

O extrato hidroalcoólico foi submetido à caracterização fitoquímica para determinação da atividade antioxidante, do teor de fenóis totais e de flavonoides totais. A atividade antioxidante foi avaliada pelo método de redução do radical livre DPPH, segundo Velázquez *et al.* (2003) com adaptações. Alíquotas de 1,0 mL do extrato (1 a 5 ppm) foram misturadas com 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL) e mantidas em repouso, ao abrigo da luz, por 15 minutos. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro (Gehaka UV-340G) a 517 nm, utilizando metanol como controle. O percentual de inibição foi calculado pela fórmula:

$$\text{Inibição (\%)} = [(\text{Abs. controle} - \text{Abs. amostra}) / \text{Abs. controle}] \times 100.$$

O teor de fenóis totais foi determinado pelo reagente de Folin-Ciocalteu, conforme Meda *et al.* (2005), utilizando alíquotas de 0,5 mL do extrato (20 ppm), às quais foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu (0,2 N) e, após 5 minutos, 2 mL de carbonato de sódio (75 g/L). A mistura permaneceu em repouso por duas horas ao abrigo da luz e foi então

analisada. A absorbância foi medida em espectrofotometria Gehaka modelo UV-340G a 760nm, utilizando branco metanol. Os resultados obtidos foram extrapolados em curva de calibração obtida com padrão ácido gálico (20 a 200 ppm), e expressos em gramas equivalente ácido gálico (EAG)/100 mL de extrato.

O teor de flavonoides totais foi determinado conforme Meda *et al.* (2005), com adaptações. Alíquotas de 5,0 mL do extrato (20 ppm) foram misturadas com 5 mL de solução de cloreto de alumínio a 2% e, após 10 minutos de reação, a absorbância foi lida no espectrofotômetro Gehaka modelo UV-340G em comprimento de onda de 415 nm, utilizando como branco a amostra com metanol sem $AlCl_3$ para cada amostra. Os resultados foram expressos em gramas de equivalente quercetina (EQ)/100 mL de extrato, utilizando curva padrão de quercetina (5 a 50 mg/L).

2.3 Animais e tratamentos testados

Foram utilizados 21 cordeiros da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso vivo inicial de $17,08 \pm 2,36$ kg e idade média de cinco meses, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. Os animais foram alojados em baias individuais e numeradas conforme o animal e tratamento, com área útil de 1,2 m² (1m x 1,2m). As instalações apresentavam piso parcialmente cimentado e parcialmente em chão de terra batida, permitindo aos animais expressarem comportamentos naturais. As baias eram parcialmente cobertas, proporcionando acesso tanto à sombra quanto à luz solar direta, o que favorecia o conforto térmico e a livre escolha de permanência dos cordeiros. Cada baia estava equipada com cochos de alimentação na parte externa e bebedouros na parte interna. No início do experimento, os animais foram pesados, identificados com colares numerados, vermifugados (Dectomax - Zoetis®) e vacinados contra clostridioses (Resguard Multi - Biovet®), seguindo o protocolo sanitário recomendado para a espécie.

As dietas experimentais diferiram somente para a inclusão ou não dos aditivos sendo denominados: 1) dieta controle, sem aditivos (CONT); 2) dieta suplementada com 24 mg/kg/MS de salinomicina – Saligran G120® (SAL); e 3) dieta suplementada com 24 mL de extrato hidroalcoólico de própolis verde (*M. tenuiflora*) (EPV). A salinomicina foi previamente incorporada ao concentrado da dieta, enquanto o extrato de própolis foi administrado individualmente com o auxílio da pistola dosadora (Walmur, modelo 91 – 50 mL) diretamente na boca dos animais. A dosagem do extrato de própolis foi dividida em duas ofertas, aproximadamente 30 minutos após o fornecimento de cada refeição. Para evitar possíveis vieses no grupo controle, os animais receberam água pela mesma via e no mesmo momento em que

os demais recebiam o extrato de própolis. Cada tratamento contou com sete repetições, totalizando 21 unidades experimentais.

2.4 Avaliação da composição química da dieta

A dieta dos animais foi a mesma para todos os tratamentos, sendo composta de volumoso e concentrado numa relação de 20:80, respectivamente. O concentrado foi formulado de acordo com o NRC (2007), para um ganho diário de 200g/dia, em uma dieta isoproteica, formulada com milho, farelo de soja, farelo de trigo, sal comum, núcleo e calcário. Como fonte de volumoso, utilizou-se feno de capim Tifton, previamente triturado. A composição química e o percentual de inclusão dos ingredientes das dietas experimentais encontram-se dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Participação dos ingredientes e composição da dieta experimental (%).

Ingredientes	Tratamentos		
	CONT ¹	SAL ²	EPV ³
Feno	20	20	20
Milho	58,37	58,37	58,37
Farelo de trigo	12,04	12,04	12,04
Farelo de soja	7,84	7,84	7,84
Sal	0,72	0,72	0,72
Núcleo mineral*	0,72	0,72	0,72
Calcário	0,36	0,36	0,36
Total	100	100	100
<i>Composição química</i>			
	Feno Tifton	Concentrado	Dieta
Matéria seca	93,44	92,29	92,52
Matéria mineral	8,8	4,08	5,02
Extrato etéreo	2,23	3,65	3,37
Proteína bruta	11,99	13,47	13,17
FDN ⁴	69,08	12,3	23,66
CNF ⁵	7,9	66,5	54,78
NDT ⁶	77,17	66,67	79,50
EM (Mcal de EM/kg de MS) ⁷	3,51	2,46	3,58

*Níveis de garantia: Cálcio 120 g; Fósforo 87 g; Sódio 147 g; Enxofre 18 g; Cobalto 40 mg; Cobre 590 mg; Iodo 80 mg; Cromo 20 mg; Manganês 1300 mg; Selênio 15 mg; Zinco 3800 mg; Ferro 1800 mg; Molibdênio 10 mg; Flúor (máx.) 870 mg. ¹Controle; ²Salinomicina; ³Extrato de própolis verde; ⁴Fibra em detergente neutro; ⁵Carboidratos não fibrosos; ⁶Nutrientes digestíveis totais; ⁷Energia metabolizável obtida por Weiss et al. (1992).

Semanalmente foram realizadas amostragens das sobras de cada animal, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas. Antes das análises

laboratoriais, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, secas em estufa de circulação forçada (Modelo TE-394/2-MP, Tecnal®, Brasil) a 55°C, por 72 horas, e processadas em moinhos do tipo Willey (Modelo R-TE-680, Tecnal®, Brasil), com peneira de malha 1 mm para, em seguida, proceder com as análises de composição química.

As amostras foram analisadas quanto a seus constituintes químicos usando os métodos descritos na AOAC (2000) para matéria seca (MS) (Método n° 934.01), matéria mineral (MM) (Método n° 942.05), proteína bruta (PB) (Método n° 981.10), extrato etéreo (EE) (Método n° 920.39). A fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (NDFap) e a fibra insolúvel em detergente ácido, foram analisadas de acordo com a metodologia descrita por Van Soest *et al.* (1991), com adaptações feitas por Mertens *et al.* (2010) e Licitra *et al.* (1996). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Detmann; Valadares Filho (2010). O teor de nutrientes digestíveis totais digestível (NDT) das dietas foi estimado de acordo a equação descrita por Weiss *et al.* (1992).

2.5 Abate dos animais e coleta tecidual

Ao término do período de confinamento, os animais foram casualizados em ordem de abate e submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. No momento do abate, os animais foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), insensibilizados por concussão cerebral por meio de percussão não penetrativa, suspensos pelos membros posteriores através de correntes e sangrados por cisão das artérias carótidas e veias jugulares, de acordo com Brasil (2021).

Ainda suspensos, os animais foram esfolados manualmente utilizando-se facas comuns, segundo metodologia de Cezar; Souza (2007). A separação da cabeça ocorreu pela secção das vértebras cervicais na articulação atlanto-occipital, enquanto as patas foram obtidas pela secção dos membros anteriores nas articulações carpo-metacarpianas e dos membros posteriores nas articulações tarso-metatarsianas. Em seguida, os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica foram removidos e tiveram seus pesos registrados.

A coleta dos fragmentos do trato gastrointestinal (rúmen, duodeno, ceco) e do fígado foi realizada imediatamente após o abate e esvaziamento das vísceras. Para evitar alterações pós-morte, as amostras foram imersas em formol tamponado e encaminhadas ao Laboratório de morfofisiologia animal (LABMORFA) da UFERSA.

2.6 Processamento dos tecidos coletados

Os fragmentos de rúmen, duodeno, ceco e fígado foram submetidos a um processo de desidratação, sendo imersos em álcool em concentrações crescentes, começando com álcool

70% "overnight", seguido por uma série de banhos em álcool nas concentrações de 70%, 80%, 90%, 95% e 100%, com cada álcool por uma hora. Após a desidratação, as amostras passaram pelo processo de diafanização, que consiste em dois banhos em solução de xilol, cada um com a duração de uma hora, para remover completamente o álcool das amostras.

Em seguida, as amostras foram submetidas à parafinização, através de banhos de imersão em parafina histológica granulada (Synt®, com ponto de fusão de 58°C a 62°C), em uma estufa a uma temperatura de 60°C. O primeiro banho, na parafina I, foi realizado durante a noite, enquanto o segundo banho, na parafina II, teve duração de uma hora. Posteriormente, foram confeccionados blocos histológicos e foram obtidos cortes de 5 µm utilizando um micrótomo (LEICA RM 2125 RT). Os cortes viáveis foram aderidos a lâminas de vidro e levados à estufa a 60°C durante a noite. Na sequência, as amostras foram desparafinizadas em dois banhos de xilol por dez minutos, reidratadas em uma série de álcoois, incluindo álcool 100%, 95%, 70% e água corrente, com três minutos em cada álcool até garantir total hidratação.

2.7 Microscopia de luz

Técnicas histológicas recomendadas por Tolosa *et al.* (2003) foram empregadas para as avaliações de microscopia de luz. Seções (5 µm) do rúmen, duodeno, ceco e fígado foram obtidas usando um micrótomo Leica RM 2125 RT® e em seguidas foram aderidas a lâminas de vidro e deixadas em um forno a 60 °C durante a noite, para subsequente coloração de Hematoxilina e Eosina (HE). As lâminas foram analisadas em um microscópio de luz (Leica DM 500 HD) com uma câmera acoplada (Leica ICC50W) e as imagens foram obtidas usando o software LAS EZ Ink.

2.8 Análise histomorfométrica

Para a análise histomorfométrica do rúmen e do intestino delgado, fotomicrografias foram digitalizadas utilizando uma objetiva de 4x. Para cada animal, foram capturadas 3 imagens, totalizando 7 animais por tratamento. No rúmen, as variáveis analisadas em cada fotomicrografia foram: espessura da camada muscular, altura da papila, largura da papila e área de absorção. Para cada variável, foram realizadas 3 mensurações por fotomicrografia, totalizando 63 medições por tratamento (7 animais x 3 fotomicrografias x 3 medições).



Figura 1 – Ilustração representativa das mensurações morfométricas realizadas nas papilas ruminais de ovinos, evidenciando a altura da papila (AP), a largura da papila (LP) e a espessura da camada muscular (CM). Fotomicrografia obtida em microscópio de luz (Leica DM 500 HD). Fonte: Arquivo pessoal.

No duodeno, adotou-se o mesmo procedimento descrito anteriormente para a análise histomorfométrica. As variáveis mensuradas foram: altura das vilosidades, largura das vilosidades, profundidade das criptas e a relação vilosidade:cripta.

2.9 Coloração histoquímica Ácido Periódico de Schiff + Alcian Blue

As secções histológicas foram desparafinizadas e hidratadas em xilol I e II (10 minutos cada), seguidas de passagem em álcool 100%, 90% e 70% (3 minutos cada). Em seguida, as lâminas foram submetidas à mordentação em solução de ácido acético a 3% (preparada pela diluição de 3 mL de ácido acético em 97 mL de água destilada) e, posteriormente, coradas com Alcian Blue por 30 minutos, utilizando solução preparada em Alcian Blue 8GCX (1g) diluído em água destilada (100mL), armazenada em frasco âmbar. Após a coloração, as lâminas foram lavadas em água corrente por 10 minutos.

Na sequência, procedeu-se à oxidação em ácido periódico de Schiff a 0,5% (preparado pela dissolução de 0,5g do reagente em 100 mL de água destilada), por 1 hora em temperatura ambiente ou por 30 minutos em estufa. Após a oxidação, as lâminas foram lavadas em água corrente por 10 minutos e mergulhadas em água destilada. Em seguida, realizou-se a coloração com reativo de Schiff por 15 minutos, seguida de nova lavagem em água corrente por 10 minutos e imersão em água destilada.

Posteriormente, as lâminas foram tratadas com água sulfurosa, preparada a partir de solução de metabissulfito de sódio a 10% (10g em 100 mL de água destilada). Para obtenção da água sulfurosa, foram adicionados 6 mL da solução de metabissulfito a 10% e 1 mL de ácido clorídrico puro a 100 mL de água destilada. Após essa etapa, realizou-se a contracoloração com hematoxilina por 1 minuto e lavagem em água corrente por 3 minutos. Por fim, as lâminas foram desidratadas em álcool 100%, clarificadas em xilol e montadas, permanecendo em secagem ao abrigo da luz.

2.10 Quantificação do material mucoso nas criptas cecais e do glicogênio hepático

Imagens da mucosa cecal e do fígado corados em PAS + Alcian blue foram capturadas com magnificação de 400 vezes em um microscópio de luz (Leica DM 500 HD) com uma câmera acoplada (Leica ICC50W) e as imagens foram obtidas usando o software LAS EZ Ink.

Rotinas de análise automatizadas foram desenvolvidas no programa Fiji v. 1.54p (NIH, Bethesda, USA; <https://imagej.net/Fiji>) por um examinador externo à pesquisa para quantificação de muco/mucina nas criptas cecais e de glicogênio hepático. Basicamente, o processamento e análise das imagens envolveu a deconvolução de cores, seguida de binarização e mensuração da área ocupada pelo componente histológico de interesse. Considerou-se toda a mucina presente nas células caliciformes e o muco extracelular no interior do lúmen de criptas com disposição longitudinal (duas criptas por imagem), sendo esse material expresso como uma fração da área total da respectiva cripta (Kasprzak *et al.*, 2019). Por sua vez, o conteúdo de glicogênio hepático foi expresso em relação à área tecidual total do campo histológico (Ahmed *et al.*, 2021).

2.11 Microscopia eletrônica de varredura

Para análise com microscopia eletrônica de varredura, foram coletadas amostras de cada região e fixadas em glutaraldeído a 2,5% tamponado com fosfato de sódio 0,1 molar em pH 7,4 a 4°C. Após a fixação, as amostras passaram por três lavagens em tampão fosfato de sódio 0,1M e pH 7,4 durante 10 minutos, pós-fixadas em Tetróxido de Ósmio 1% tamponado com Fosfato de Sódio 0,1M e pH 7,4, por 1 hora. Posteriormente, foram submetidas a três lavagens em tampão e duas lavagens com água destilada para remover possíveis resíduos da superfície, e na sequência foram desidratadas em séries crescentes de álcool 15%, 25%, 30%, 50%, 70%, 90% (uma vez de 5 min em cada concentração) e 100% (três vezes de 10 min cada). O material foi seco em estufa a 37°C, montado em suporte do ponto de amostra “Stub” (PELCO

TabSTM, Ted Pella, Inc., Redding, CA, USA) para metalização com ouro por “sputtering” (Q150R ES, Quorum Technologies Ltd., Laughton, East Sussex, UK). Em seguida as imagens foram capturadas usando um detector de elétrons secundários em SEM (TESCAN SEE 3 LMU, Tescan, República Tcheca) empregando um feixe de elétrons de 10 kV.

2.12 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio da plataforma SAS On Demand For Academics. Foram avaliadas premissas de normalidade e homogeneidade de variância dos dados por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Quando necessário, os dados foram submetidos a transformação por meio dos escores normais de Blom utilizando procedimento PROC RANK. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do procedimento PROC MIXED, considerando-se o modelo a seguir:

$$Y_i = \mu_i + T_i + \epsilon_i$$

Onde: Y_i = variável dependente; μ_i = é a média geral; T_i = é o efeito fixo do tratamento (i = EPV, MON, VIR); e ϵ_{ijk} = é o erro aleatório não identificável. Quando os efeitos do tratamento foram significativos, aplicou-se teste de comparação de médias de Tukey. Foi adotado nível de 5% de probabilidade para todos os procedimentos realizados.

3. Resultados

O extrato de própolis verde (EPV) testado apresentou 8,04 g de fenóis totais (equivalente ao ácido gálico) /100 mL e 3,49 g de flavonóides (equivalente à quercetina) /100 mL. Assim, os animais receberam 1,93 g/dia de fenóis totais ou 0,84 g/dia de flavonóides.

A capacidade antioxidante do EPV foi expressa como a quantidade de DPPH neutralizado por mililitro de extrato. Considerando a diluição utilizada (0,1 mL de extrato em 100 mL de metanol) e o volume de 1,0 mL dessa solução adicionado à reação com 1,5 mL de DPPH (0,032 mg/mL), a maior inibição observada foi de 93%, correspondente à neutralização de aproximadamente 0,0446 mg de DPPH. Com base nessa proporção, estimou-se que 1 mL de extrato hidroalcoólico de própolis (300 mg/mL) foi capaz de neutralizar aproximadamente 34,3 mg de DPPH, evidenciando elevada atividade antioxidante.

A análise histomorfométrica do epitélio ruminal não revelou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos avaliados (controle, salinomicina e EPV) (Tabela 2). A espessura da camada muscular variou de 755,65 a 863,78 μm , enquanto a altura das papilas manteve-se estável entre os grupos (1704,98 a 1719,85 μm). De modo semelhante, não foram observadas alterações na largura das papilas (210,92 a 231,49 μm) tampouco na área de absorção (387204 a 453125 μm^2).

Tabela 2 – Histomorfometria do epitélio ruminal de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CONT	SAL	EPV		
Espessura camada muscular (μm)	785.87	755.65	863.78	28.744	0.3186
Altura de papila (μm)	1719.85	1704.98	1716.60	79.112	0.9969
Largura de papila (μm)	231.49	227.07	210.92	6.428	0.4997
Área de absorção (μm^2)	392,836	387,204	453,125	19061.62	0.3311

¹Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

Para complementar os dados morfométricos, a Figura 2 apresenta imagens representativas do epitélio ruminal corado com hematoxilina e eosina (HE) dos animais dos três tratamentos.

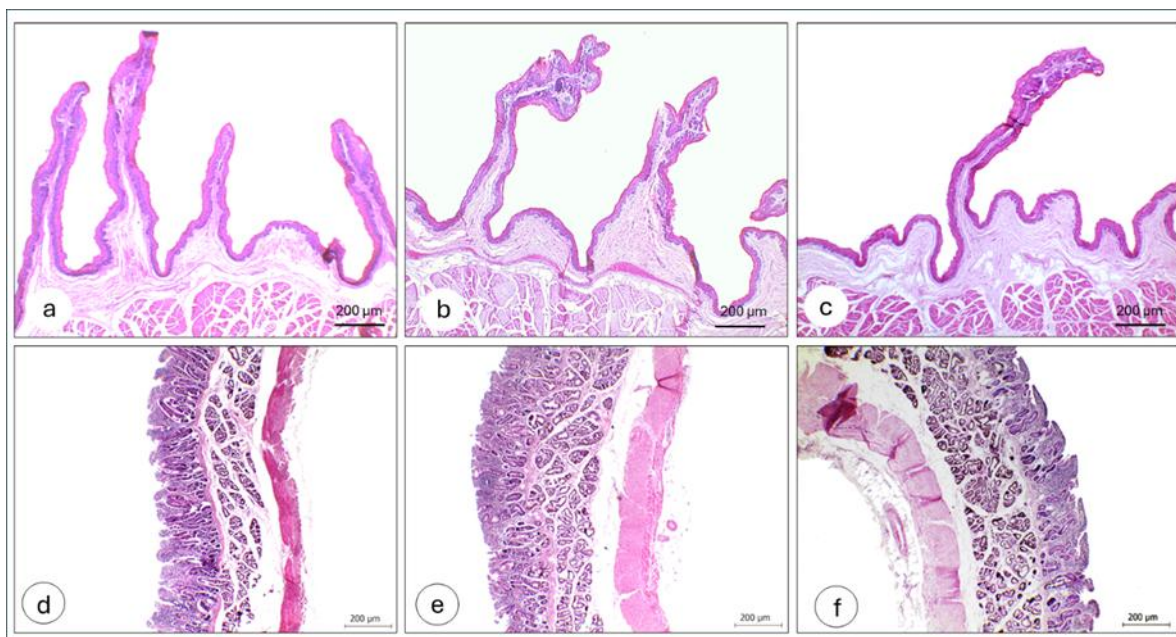


Figura 2. Fotomicrografias do rúmen e do duodeno de ovinos, coradas com hematoxilina e eosina, evidenciando a organização histomorfológica das papilas ruminais e da mucosa duodenal. (2a) Papilas ruminais de ovinos do grupo controle, com epitélio estratificado pavimentoso queratinizado, lâmina própria bem definida e papilas alongadas. (2b) Papilas ruminais de ovinos do grupo salinomicina, mantendo a integridade estrutural do epitélio e da lâmina própria. (2c) Papilas ruminais de ovinos do grupo EPV, com arquitetura preservada e papilas bem desenvolvidas. (2d) Mucosa duodenal de ovinos do grupo controle, evidenciando vilosidades intestinais, criptas e camada muscular. (2e) Mucosa duodenal de ovinos do grupo salinomicina, com vilosidades organizadas e epitélio contínuo. (2f) Mucosa duodenal de ovinos do grupo EPV, destacando vilosidades íntegras e arranjo glandular preservado.

A histomorfometria duodenal não evidenciou diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para altura (192,7 a 202,5 μm) e largura de vilosidade (37,43 a 43, 21 μm), profundidade de cripta (121, 54 a 137,17 μm) e relação vilosidade:cripta (1,5 a 1,6) (Tabela 3). Dessa forma, o uso do extrato de própolis verde ou salinomicina não alterou a morfologia intestinal dos cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado (Figura 2).

Tabela 3 – Histomorfometria do duodeno de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL)

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CONT	SAL	EPV		

Altura de vilosidade (μm)	198.35	202.50	192.68	1.905	0.1690
Largura de vilosidade (μm)	43.21	40.98	37.43	1.027	0.1008
Profundidade de cripta (μm)	121.54	137.17	129.33	3.732	0.2060
Vilosidade:cripta	1.6	1.5	1.5	0.039	0.3939

¹Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

A densidade de muco nas células do ceco apresentou tendência de aumento nos animais suplementados com salinomicina ($P=0,0726$), quando comparada aos grupos controle e própolis (Tabela 4) (Figura 3).

Tabela 4 – Densidade de muco cecal e glicogênio hepático de cordeiros alimentados com dietas de alto concentrado e recebendo extrato de própolis verde (EPV) ou salinomicina (SAL).

Parâmetros	Tratamentos			EPM ¹	Valor de P ²
	CONT	SAL	EPV		
Densidade de muco na cripta cecal	20.19	28.17	24.53	1.487	0.0726
Densidade de glicogênio hepático	36.12	41.27	35.58	2.991	0.7117

¹Erro padrão da média; ²Tratamentos com diferença estatística recebem letras distintas.

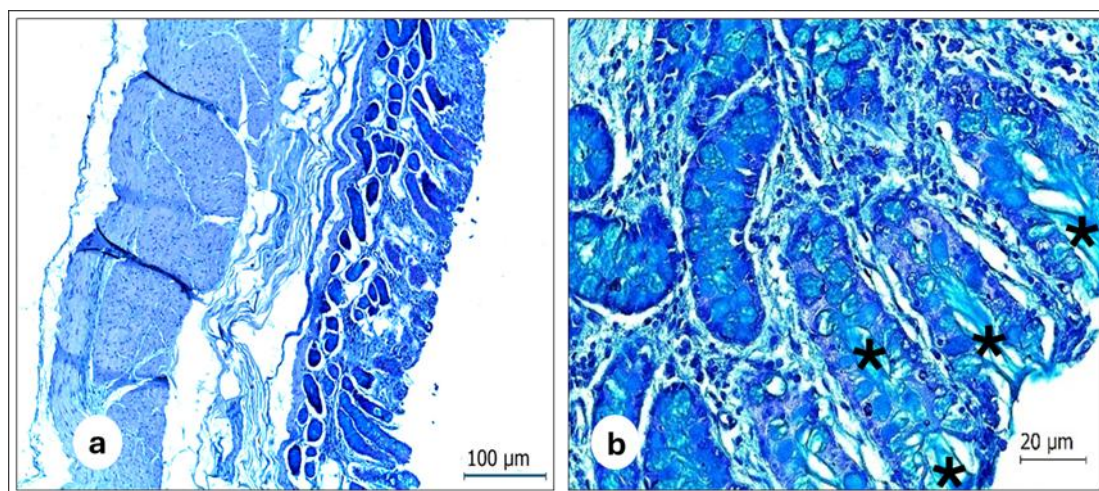


Figura 3. Fotomicrografias da mucosa cecal de ovinos corada com PAS + Alcian blue, evidenciando mucinas neutras e mucinas ácidas. (a) Visão geral da parede cecal, com destaque para organização das camadas e criptas. (b) Detalhe das criptas cecais, com células caliciformes positivas e muco no lúmen das criptas; asteriscos (*) indicam áreas com predominância de mucina ácida corada em azul claro.

Em relação ao glicogênio hepático, não foi observada diferença significativa ($P=0,7117$) entre os tratamentos, com valores médios de 36,12; 41,27 e 35,58 para controle, salinomicina e EPV, respectivamente (Tabela 4) (Figura 4).

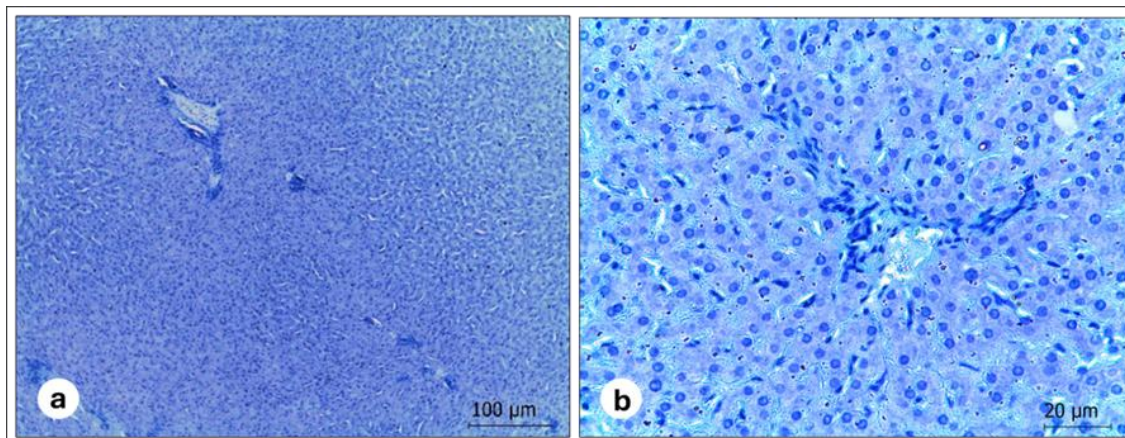


Figura 4. Fotomicrografias do fígado de ovinos coradas com PAS + Alcian Blue para evidenciar o glicogênio hepático. (a) Visão geral do parênquima hepático, com hepatócitos PAS-positivos distribuídos de forma difusa. (b) Detalhe em maior aumento evidenciando a marcação intracitoplasmática do glicogênio nos hepatócitos.

As micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) ilustram a superfície epitelial do rúmen, duodeno e ceco dos ovinos submetidos aos diferentes tratamentos (Figura 5). De forma geral, observou-se integridade da mucosa em todos os grupos, sem evidências de erosões, fissuras ou descontinuidades. As papilas ruminais apresentaram aspecto uniforme, enquanto as vilosidades do duodeno e a mucosa cecal exibiram padrão topográfico preservado. Não foram constatadas diferenças visuais marcantes entre os tratamentos.

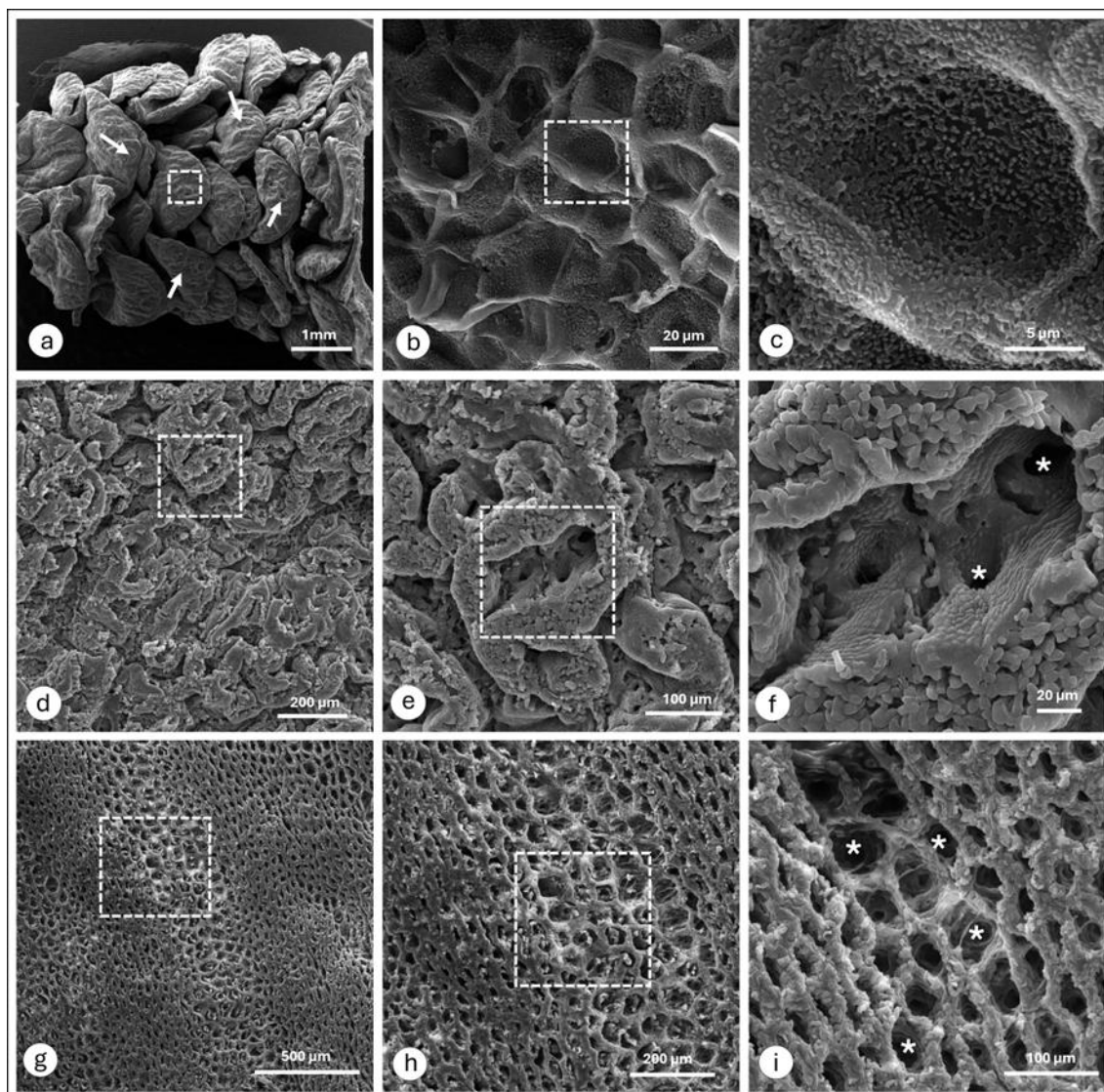


Figura 5 – Microscopia eletrônica de varredura do tubo digestório de ovinos. (a) Observa-se a mucosa ruminal com presença de papilas ruminais (setas). (b) ampliação da figura 5a para detalhamento das papilas ruminais, onde verifica-se as superfícies celulares com formatos poligonais. (c) ampliação da figura 5b para detalhamento da superfície de queratinócitos individuais com microrganismos epimurais. (d) Verifica-se a superfície da mucosa duodenal, com vilosidades com disposição irregular. (e) Ampliação da figura 5d para detalhamento da mucosa duodenal. (f) Ampliação da figura 5e para observam-se presença de microvilosidades e abertura dos ductos das criptas (asteriscos). (g) Observa-se a mucosa cecal com ausência de vilosidades. (h) ampliação da figura 5g para detalhamento da abertura dos ductos glandulares. (i) ampliação da figura 5h para detalhamento das microvilosidades e aberturas dos ductos (asteriscos).

4. Discussão

No presente estudo, os parâmetros histomorfométricos do rúmen, incluindo espessura da camada muscular, altura e largura das papilas e área absorptiva, não diferiram entre os tratamentos, indicando que a substituição da salinomicina pelo EPV não modificou a superfície funcional do epitélio ruminal. Considerando que esse epitélio estratificado queratinizado atua tanto como barreira quanto como tecido metabolicamente ativo, regulando a difusão dos produtos da fermentação (Baldwin; Connor, 2017), era esperado que variações no perfil fermentativo pudessem refletir em alterações estruturais. (Fregulia *et al.*, 2021; Graham; Simmons, 2005; Millen, 2023; Zhang *et al.*, 2025). Entretanto, a ausência de diferença entre os grupos sugere que a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) tenha ocorrido em magnitude semelhante. Esses resultados contrastam com os encontrados por (Chishti *et al.*, 2020), que relataram papilas mais desenvolvidas em cordeiros alimentados com uma dieta rica em concentrado (80% concentrado e 20% volumoso), condição que intensifica a fermentação e estimula o crescimento papilar. Assim, é provável que o nível de concentrado utilizado neste estudo e a similaridade no fornecimento de carboidratos fermentescíveis entre os tratamentos tenham limitado respostas morfológicas distintas, resultando em um epitélio estruturalmente uniforme.

Neste experimento, o pH ruminal médio manteve-se em 6,79 (ver capítulo 4), indicando estabilidade fermentativa compatível com condições fisiológicas para cordeiros em confinamento. Considerando a estimativa de amido na dieta experimental ($\approx 43\%$ da matéria seca), seria esperado um estímulo morfológico sobre as papilas ruminais, principalmente pelo aumento da produção de AGCC, notadamente butirato, reconhecido como o principal indutor do alongamento papilar (Sakata; Tamate, 1978; Soomro *et al.*, 2018). Em condições de pH mais baixo ($<6,0$) há maior proporção de AGCC na forma não dissociada (protonada), a qual difunde-se rapidamente através do epitélio (Dijkstra *et al.*, 1993). No presente experimento, o pH próximo à neutralidade manteve os AGCC predominantemente na forma dissociada, cuja absorção depende de transportadores específicos (monocarboxylate transportes) (Aluwong; Kobo; Abdullahi, 2010), resultando em uma absorção mais controlada e menos agressiva ao epitélio. Além disso, os AGCC na forma não protonada (AGCC-), são moléculas bicarbonato dependentes, ou seja, a absorção de um AGCC- resulta na liberação de uma molécula de HCO_3^- no fluido ruminal durante o transporte (Aschenbach *et al.*, 2009). Essa condição, ao mesmo tempo em que preserva a integridade da mucosa, fornece estímulo suficiente para o alongamento das papilas.

Quando os ruminantes são alimentados com níveis excessivos de grãos, a fermentação ruminal de carboidratos pode exceder a taxa de absorção e tamponamento ruminal, causando um acúmulo de AGCC (Steele *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2009). A exposição prolongada do epitélio ruminal a altas concentrações de AGCC poderia causar alterações prejudiciais na mucosa ruminal, como inflamação e hiperqueratose, o que reduziria a capacidade de absorção de AGCC, diminuindo ainda mais o pH do rúmen, resultando em quadros de acidose ruminal subaguda (SARA) (Ortolani *et al.*, 2021; Santana Neto *et al.*, 2014). Caso alguma lesão ou cicatriz estivessem presentes no epitélio escamoso estratificado do rúmen, muito provavelmente a absorção dos produtos finais da fermentação teria sido comprometida (Gäbel; Aschenbach; Müller, 2002).

A espessura da camada muscular do rúmen não foi influenciada pela inclusão dos aditivos, o que possivelmente se relaciona à ausência de variação nos teores de FDN da dieta. Os músculos ruminais são responsáveis pela motilidade da digesta, e seu desenvolvimento está intimamente associado ao tipo de dieta a que os animais são submetidos (Garcia *et al.*, 2022). Dietas com elevada proporção de alimentos fibrosos ou que promovam maior volume de ingestão tendem a estimular a hiperplasia e a hipertrofia da musculatura ruminal (Norouziyan; Valizadeh; Vahmani, 2011), em função do incremento da motilidade (Berchielli, 2011).

A análise histomorfométrica é um dos métodos possíveis para avaliar a saúde intestinal na produção animal e se torna ainda mais importante quando há suspeita de ocorrência de inflamação crônica de baixo grau, onde as lesões no intestino não são visíveis a olho nu (Soares *et al.*, 2022). A altura das vilosidades e a profundidade das criptas do intestino delgado estão intimamente relacionadas à função de digestão e absorção do intestino, pois, quanto maior for o contato das vilosidades com o quimo, maior será a absorção dos nutrientes (Han *et al.*, 2022; Jing *et al.*, 2018).

No presente estudo, não foram observadas diferenças na altura e largura das vilosidades duodenais, na profundidade das criptas ou na relação vilosidade:cripta (V:C) entre os grupos experimentais. Embora fosse esperado algum efeito indireto dos aditivos sobre o intestino delgado, decorrente de modificações da fermentação ruminal e no fluxo de nutrientes não digeridos, a ausência de alterações morfológicas sugere que o quimo que atingiu o duodeno apresentou composição semelhante entre os tratamentos. Resultados diferentes foram descritos por (Garcia *et al.*, 2022) que, ao trabalharem com extrato de própolis vermelha na dieta de cordeiros em confinamento, verificaram aumento da espessura da mucosa intestinal com 21 e 28 mL de extrato. Os autores explicaram que esse fato ocorreu devido a uma maior

chegada de proteína microbiana ao intestino, proporcionando assim maior aumento das vilosidades intestinais em resposta a maior presença de nutrientes.

A estimativa energética da dieta experimental, obtida por média ponderada dos ingredientes, foi de aproximadamente 12,0 MJ/kg de matéria seca. Esse valor situa-se ligeiramente acima dos níveis testados por (Wang *et al.*, 2021), que avaliou dietas com 9,17, 10,00 e 10,82 MJ/kg/MS e verificou redução da relação vilosidade:cripta (V:C) conforme aumentava a densidade energética. No presente estudo, observaram-se valores de V:C semelhantes aos descritos por esses autores, embora os demais parâmetros morfológicos (altura e largura de vilosidade e profundidade de cripta) mantiveram-se inferiores.

Esse resultado deve ser interpretado considerando o histórico dos animais, que ingressaram no experimento aos cinco meses de idade, após permanecerem em regime extensivo na caatinga, alimentando-se predominantemente de forragens fibrosas e de baixo valor nutritivo. Essa condição prévia pode ter limitado o desenvolvimento inicial das vilosidades, de modo que o epitélio intestinal iniciou o confinamento com características adaptadas a uma dieta menos densa em nutrientes. Em cabritos da raça Shaanbei White Cashmere desmamados aos 60 dias, diferentes níveis de energia na dieta influenciaram significativamente a morfologia intestinal. Os animais que receberam dieta com 130% da energia recomendada apresentaram maior altura e largura das vilosidades, espessura da camada muscular, área das superfícies das vilosidades do duodeno e maior razão V:C, em comparação com os animais alimentados com 85% e 115% da energia dietética, evidenciando que níveis energéticos mais elevados favorecem o desenvolvimento estrutural do intestino (Qu *et al.*, 2019).

A quantidade de muco cecal apresentou tendência de aumento nos animais suplementados com salinomicina (28,17), em comparação ao grupo controle (20,19) e ao grupo suplementado com EPV (24,53). Esse incremento pode ser interpretado como uma adaptação fisiológica do epitélio cecal frente às alterações na fermentação promovidas pelo aditivo. O muco intestinal, produzido pelas células caliciformes, desempenha funções essenciais, incluindo proteção mecânica do epitélio, auxílio no trânsito intestinal e barreira contra agentes patogênicos (Rocha; Barros; Evêncio-Neto, 2016; Tarabova *et al.*, 2016).

Dietas de confinamento com altos níveis de concentrado favorecem a passagem rápida de partículas de amido pelo rúmen (Dufreneix; Faverdin; Peyraud, 2019; Win; Ueda; Kondo, 2021). No presente estudo, esse efeito pode ter sido potencializado pelo uso de milho tipo Flint, cujo endosperma apresenta matriz proteica mais compacta, dificultando o acesso microbiano e enzimático aos grânulos de amido. Por esse motivo, a degradabilidade ruminal

desse ingrediente é menor, favorecendo o escape do amido não fermentado para os segmentos posteriores do trato gastrointestinal (Allen; Bradford; Oba, 2009; Caetano *et al.*, 2019).

Embora a microbiota ruminal possa digerir cerca de 70-80% do amido consumido, a digestão pós-ruminal do amido em excesso pode ser limitada devido a capacidade restrita da alfa-amilase pancreática no duodeno e a disponibilidade insuficiente de transportadores de glicose (SLGT1 e GLUT2), permitindo que porções de amido alcancem o ceco (Mills, *et al.*, 1999; Mills, *et al.*, 2017; Rocha *et al.*, 2022). Nesse compartimento, a fermentação excessiva de amido pode gerar acúmulo de AGCC e ácido lático, reduzir o pH e potencialmente causar lesões ao epitélio cecal (Hoover, 1978). Como resposta protetora, há aumento da secreção de muco, preservando a integridade da mucosa intestinal (Rocha *et al.*, 2022).

O grupo suplementado com EPV apresentou valores intermediários de muco cecal, sugerindo um possível efeito modulador sobre a fermentação cecal, possivelmente associado às propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias do extrato, que reduzem a necessidade de elevada secreção de muco em comparação à salinomicina.

A densidade de glicogênio hepático não sofreu influência significativa dos tratamentos ($P = 0,7117$). Ainda assim, chama atenção o fato de que os animais suplementados com salinomicina apresentaram valores numericamente mais altos (41,27) em comparação ao grupo controle (36,12) e ao grupo EPV (35,58). O glicogênio constitui a principal reserva de glicose no fígado e funciona como regulação chave da homeostase energética (Zhang *et al.*, 2025). Nos ruminantes, essa glicose é originada principalmente a partir do propionato absorvido no rúmen, que, após sua chegada no fígado, é convertido em glicose pela via da gliconeogênese (Wang *et al.*, 2025). Quando a disponibilidade de glicose excede as demandas metabólicas imediatas, ela é desviada para a glicogênese, sendo estocada na forma de glicogênio hepático. Esse reservatório é mobilizado por meio da glicogenólise em situações de maior exigência metabólica, como em fases de crescimento acelerado, períodos de jejum, estresse fisiológico ou resposta inflamatória (Zhang *et al.*, 2025).

A ausência de diferenças significativas entre os tratamentos indica que, independentemente da modulação fermentativa promovida pela salinomicina ou pelo extrato de própolis, o metabolismo energético hepático foi mantido. Esse resultado é corroborado pela manutenção das enzimas hepáticas dentro dos valores de referência para espécie (ver capítulo 4), e pela ausência de lesões histológicas no fígado, indicando integridade estrutural e funcional do órgão. Dessa forma, o fígado manteve adequada capacidade de síntese e mobilização de glicogênio ao longo do período experimental, atuando de maneira eficiente na regulação do metabolismo intermediário, sem evidências de comprometimento hepático.

A avaliação qualitativa do trato gastrointestinal por microscopia eletrônica de varredura (MEV) não evidenciou alterações estruturais relevantes entre os tratamentos avaliados. As imagens obtidas demonstraram preservação da arquitetura epitelial, com superfície contínua e ausência de áreas extensas de descamação, fissuras ou erosões, tanto nos animais do grupo CON quanto naqueles suplementados com SAL ou EPV. Em dietas altamente fermentescíveis e associados à acidose ruminal subclínica, estudos descrevem, através da MEV, áreas de descamação, fissuras e perda da organização celular do epitélio ruminal (Steele *et al.*, 2011b; Atalgin, 2025; Atalgin; Kürtül; Takçi, 2023).

Nesta pesquisa, a manutenção da arquitetura epitelial está de acordo com os valores de pH ruminal próximos à neutralidade e com a ausência de alterações significativas nos parâmetros histomorfométricos avaliados por microscopia de luz. Dessa forma, as imagens de MEV indicam que, mesmo sob dieta de alto concentrado, o manejo nutricional adotado, aliado ao uso dos aditivos testados, foi capaz de manter a estabilidade do ambiente ruminal e intestinal, sem induzir lesões estruturais detectáveis em nível ultraestrutural.

5. Conclusão

A utilização de dietas com elevado teor de concentrado, associadas à suplementação com salinomicina ou EPV, não compromete a integridade morfofuncional do trato gastrointestinal e do fígado de cordeiros em confinamento. De forma geral, a ausência de alterações relevantes nos parâmetros avaliados e a preservação da arquitetura epitelial indicam que a homeostase tecidual foi mantida ao longo do período experimental.

REFERÊNCIAS

- AHMED, E. A.; KHALED, H. E.; ELSAYED, A. K. Long-term exposure to p-Nitrophenol induces hepatotoxicity via accelerating apoptosis and glycogen accumulation in male Japanese quails. **Environ Sci Pollut Res Int**, v. 2, n. 32 p. 44420-44431, 2021. DOI: 10.1007/s11356-021-13806-9. Epub 2021 Apr 13. PMID: 33846926.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3317–3334, 2009. DOI: <https://doi.org/10.2527/JAS.2009-1779>. Accessed: 11 Dec. 2025.
- ATALGIN, S. H. Scanning Electron Microscopic Investigation of Rumen Papillae in Sheep that Died from Acidosis. **BAUN Health Science Journal**, v. 14, n. 1, p. 89–93, 2025. Accessed: 8 Dec. 2025.
- ATALGIN, S. H.; İBRAHİM KÜRTÜL; LÜTFİ TAKÇI. View of Stereomicroscopic and scanning electron microscopic observations of the forestomach mucosa of Akkaraman sheep fed with straw-concentrate diet. **Veterinaria**, v. 72, n. 3, p. 302–311, 2023. Accessed: 8 Dec. 2025.
- ALUWONG, T.; KOBO, P. I.; ABDULLAHI, A. Volatile fatty acids production in ruminants and the role of monocarboxylate transporters: A review. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 38, p. 6229–6232, 2010. DOI: 10.5897/AJB10.594.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC**. International. 17th ed. Gaithersburg: AOAC International, 2000.
- ARIEF, A. I. I. *et al.* Antimicrobial Activity of Propolis Extract and Their Application as a Natural Preservative in Livestock Products: A Meta-Analysis. **Food Science of Animal Resources**, v. 42, n. 2, p. 280–294, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2022.e4>.
- ASCHENBACH, J. R. *et al.* Bicarbonatedependent and bicarbonate-independent mechanisms contribute to nondiffusive uptake of acetate in the ruminal epithelium of sheep. **American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 296, n. 5, p. G1098-G1107, 2009.
- BALDWIN, R. L.; CONNOR, E. E. Rumen Function and Development. **Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice**, v. 33, n. 3, p. 427–439, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.06.001>.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2011. Available at: <https://repositorio.usp.br/item/003039390>. Accessed: 27 Aug. 2025.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. PORTARIA Nº 365, DE 16 DE JULHO DE 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. SDA/MAA Diário Oficial da União, Brasília, 23/07/2021 | Edição: 138-A | Seção: 1 - Extra A. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-365-de-16-de-julho-de-2021-334038845>
- CAETANO, M. *et al.* Impact of flint corn processing method and dietary starch concentration on finishing performance of Nellore bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 166–175, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2019.03.006>. Accessed: 11 Dec. 2025.

CEZAR, M. F.; SOUZA W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba, 2007. 147 p., 2007.

CHISHTI, G. A. *et al.* Impacts of Time-Fed Concentrate-Based Diets on Plasma Metabolites, Rumen Histology, and mRNA Expression of Hepatic Enzymes of Wethers. **Animals**, v. 10, n. 4, p. 686, 2020. DOI: 10.3390/ANI10040686.

DEOLINDO, G. L. *et al.* Lacaune ewes with subclinical mastitis: effects of intramammary application of própolis. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e18210211709, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.11709>.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 980–984, 2010. DOI: 10.1590/S0102-09352010000400030.

DIJKSTRA, J. *et al.* Absorption of volatile fatty acids from the rumen of lactating dairy cows as influenced by volatile fatty acid concentration, pH and rumen liquid volume. **British Journal of Nutrition**, p 385–396, 1993.

DUFRENEIX, F.; FAVERDIN, P.; PEYRAUD, J. L. Influence of particle size and density on mean retention time in the rumen of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3010–3022, 2019. DOI: 10.3168/JDS.2018-15926.

FERGUSON, H. J. *et al.* Light microscopic observations of the ruminal papillae of cattle on diets with divergent forage to cereal ratios. **Animal**, v. 16, n. 3, p. 9, 2022. DOI: 10.1016/J.ANIMAL.2022.100462. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8934251/>. Accessed: 21 Aug. 2025.

FREGULIA, P. *et al.* A review of rumen parameters in bovines with divergent feed efficiencies: What do these parameters tell us about improving animal productivity and sustainability? **Livestock Science**, v. 254, p. 104761, 2021. DOI: 10.1016/J.LIVSCI.2021.104761.

GÄBEL, G.; ASCHENBACH, J. R.; MÜLLER, F. Transfer of energy substrates across the ruminal epithelium: implications and limitations. **Animal Health Research Reviews**, v. 3, n. 1, p. 15–30, 2002. DOI: 10.1079/AHRR200237

GÁLFI, P.; NEOGRÁDY, S.; SAKATA, T. Effects of Volatile Fatty Acids on the Epithelial Cell Proliferation of the Digestive Tract and Its Hormonal Mediation. **Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants**, p. 49–59, 1991. Doi: 10.1016/B978-0-12-702290-1.50010-2.

GARCIA, P. H. M. *et al.* Red propolis extract in the diet of confined sheep: morphometric alterations of the digestive system, **Research Square**, 2022. DOI: 10.21203/RS.3.RS-1882436/V1.

GORKA, P. *et al.* Effect of increasing the proportion of dietary concentrate on gastrointestinal tract measurements and brush border enzyme activity in Holstein steers. **Journal Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4539–4551, 2017.

GRAHAM, C.; SIMMONS, N. L. Functional organization of the bovine rumen epithelium. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 288, n. 1, p. 173–181, 2005. DOI: 10.1152/AJPREGU.00425.2004.

- GUO, J. *et al.* Rumen-derived lipopolysaccharide provoked inflammatory injury in the liver of dairy cows fed a high-concentrate diet. **Oncotarget**, v. 8, n. 29, p. 46769, 2017. DOI: 10.18632/ONCOTARGET.18151.
- HAN, H. *et al.* Replacement of Maize Silage and Soyabean Meal with Mulberry Silage in the Diet of Hu Lambs on Growth, Gastrointestinal Tissue Morphology, Rumen Fermentation Parameters and Microbial Diversity. **Animals**, v. 12, n. 11, p. 1406, 2022. DOI: 10.3390/ANI12111406.
- HOOVER, W. H. Digestion and Absorption in the Hindgut of Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 46, n. 6, p. 1789–1799, 1978. DOI: 10.2527/JAS1978.4661789X.
- HRISTOV, A. N. *et al.* Variability in feed and total mixed ration neutral detergent fiber and crude protein analyses among commercial laboratories1. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5348–5362, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3333>.
- JING, X. P. *et al.* Dietary supplements during the cold season increase rumen microbial abundance and improve rumen epithelium development in tibetan sheep. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 1, p. 293–305, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/JAS/SKX032>.
- KASPRZAK, A. *et al.* The Histochemical Alterations of Mucin in Colorectal Carcinoma Quantified by Two Efficient Algorithms of Digital Image Analysis. **Int Journal Mol Science**, v. 16, n. 20, 4580, 2019. DOI: 10.3390/ijms20184580. PMID: 31527538; PMCID: PMC6769694.
- KHIAOSA-ARD, H. J. *et al.* Light microscopic observations of the ruminal papillae of cattle on diets with divergent forage to cereal ratios. **Animal**, v. 16, n. 3, p. 9, 2022. DOI: 10.1016/J.ANIMAL.2022.100462.
- KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Diet-induced inflammation: From gut to metabolic organs and the consequences for the health and longevity of ruminants. **Research in Veterinary Science**, v. 120, p. 17–27, 2018. DOI: 10.1016/J.RVSC.2018.08.005.
- LAI, Z. *et al.* Effects of high-grain diet feeding on mucosa-associated bacterial community and gene expression of tight junction proteins and inflammatory cytokines in the small intestine of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 8, p. 6601–6615, 2022. DOI: 10.3168/JDS.2021-21355.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347–358, 1996. DOI: 10.1016/0377-8401(95)00837-3.
- MEDA, A. *et al.* Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571–577, 2005. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2004.10.006.
- MERTENS, D. R. **NDF and DMI-Has anything changed.** In: Proc. Cornell Nutr. Conf., Syracuse, NY. Pp. p. 160-174, 2010.
- MILLEN, D. D. **Rumenologia: Uma viagem ao fantástico mundo do rúmen.** 2nd ed. São Paulo: 2023. 1–504 pp.
- MILLS, J. A. N. *et al.* A mechanistic model of small intestinal starch digestion and glucose uptake in the cow. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4650–4670, 2017. DOI: 10.3168/JDS.2016-12122.

MILLS, J.; FRANCE, J.; SCI, J. D. A review of starch digestion in the lactating dairy cow and proposals for a mechanistic model: 2. Postruminal starch digestion and small intestinal glucose absorption. **Journal Animal Feed Science**, v. 8, p. 451–481, 1999.

MORSY, A. S. *et al.* Bee propolis extract as a phytogenic feed additive to enhance diet digestibility, rumen microbial biosynthesis, mitigating methane formation and health status of late pregnant ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 273, p. 114834, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114834>.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition**. Washington, DC: The National Academies Press, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press, Washington, D.C, 2007.

NOROUZIAN, M. A.; VALIZADEH, R.; VAHMANI, P. Rumen development and growth of Balouchi lambs offered alfalfa hay pre-and post-weaning. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 6, p. 1169–1174, 2011. DOI: 10.1007/S11250-011-9819-Z/TABLES/5.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE: EIGHTH REVISED EDITION. 8th ed. Washington, DC: National Academies Press, 16 May 2016. <https://doi.org/10.17226/19014>. Accessed: 21 Aug. 2025.

ORTOLANI, E. L. *et al.* Acidoses ruminais em bovinos: uma revisão. **Revista Brasileira de Buiatria**, v. 2, n. 2, p. 1–26, 2021. Accessed: 11 Nov. 2025.

QU, X. M. *et al.* Effects of Weaning Age and Dietary Nutritional Levels on Intestinal Morphology and Activity of Digestive Enzymes in 6-Month-Old Shaanbei White Cashmere Goats. **Scientia Agricultura Sinica**, v. 52, n. 19, p. 3460–3470, 2019. DOI: 10.3864/J.ISSN.0578-1752.2019.19.015.

ROCHA, L. C. *et al.* Feedlot diets containing different starch levels and additives change the cecal proteome involved in cattle's energy metabolism and inflammatory response. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2022. DOI: 10.1038/S41598-022-09715-7;SUBJMETA=177,208,475,61,631;KWRD=EPIGENOMICS,PROTEOMICS.

ROCHA, P. M. C.; BARROS, M. E. G.; EVÊNCIO-NETO, J. Análise morfológica da parede intestinal e dinâmica de mucinas secretadas no jejuno de frangos suplementados com probiótico *Bacillus subtilis* cepa C3102. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 312–316, 2016.

SAKATA, T.; TAMATE, H. Rumen Epithelial Cell Proliferation Accelerated by Rapid Increase in Intraruminal Butyrate. **Journal of Dairy Science**, v. 61, n. 8, p. 1109–1113, 1978. DOI: 10.3168/JDS.S0022-0302(78)83694-7.

SANTANA NETO, J. A. *et al.* Metabolic disorders in ruminantes - A Review. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 4, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5935/1981-2965.20140141>.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists, **Animal production systems and agribusiness**, v. 50, 2021. DOI: 10.37496/rbz5020200189.

- SOARES, I. *et al.* Morphological Assessment and Biomarkers of Low-Grade, Chronic Intestinal Inflammation in Production Animals. **Animals**, v. 12, n. 21, p. 3036, 2022. DOI: 10.3390/ANI12213036.
- SOOMRO, J. *et al.* Synchronous and time-dependent expression of cyclins, cyclin-dependant kinases, and apoptotic genes in the rumen epithelia of butyrate-infused goats. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. 4 p. 304385, 2018. DOI: 10.3389/FPHYS.2018.00496/BIBTEX. Available at: www.frontiersin.org.
- STEELE, M. A. *et al.* Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 300, n. 6, p. 1515–1523, 2011. DOI: 10.1152/AJPREGU.00120.2010/SUPPL_FILE/SUPPMAT2.PDF.
- STRADIOTTI, D. *et al.* Ação da própolis sobre a desaminação de aminoácidos e a fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 1086–1092, 2004. DOI: 10.1590/S1516-35982004000400029.
- TAO, S. *et al.* High Concentrate Diet Induced Mucosal Injuries by Enhancing Epithelial Apoptosis and Inflammatory Response in the Hindgut of Goats. **PLOS ONE**, v. 9, n. 10, p. e111596, 2014. DOI: 10.1371/JOURNAL.PONE.0111596.
- TARABOVA, L. *et al.* Intestinal Mucus Layer and Mucins (A Review). **Folia Veterinaria**, v. 60, n. 1, p. 21–25, 2016. DOI: 10.1515/FV-2016-0003.
- TOLOSA, C. M. E. *et al.* 2003. **Manual de Técnicas para Histologia e Patologia**. 2^a.ed. Editora Manole, Barueri, São Paulo. 341 p
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583–3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- VELÁZQUEZ, E. *et al.* Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. **Fitoterapia**, v. 74, n. 1–2, p. 91–97, 2003. DOI: 10.1016/S0367-326X(02)00293-9.
- WANG, G. *et al.* Hepatic gluconeogenesis and regulatory mechanisms in lactating ruminants: A literature review. **Animal Research and One Health**, v. 3, n. 3, p. 230–239, 2025. DOI: 10.1002/ARO2.80.
- WANG, Q. *et al.* Effects of Dietary Energy Levels on Rumen Fermentation, Gastrointestinal Tract Histology, and Bacterial Community Diversity in Fattening Male Hu Lambs. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 695445, 2021. DOI: 10.3389/FMICB.2021.695445/BIBTEX.
- WANG, Y. H. *et al.* Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. **Livestock Science**, v. 122, p. 48–52, 2009.
- WEISS, W. P.; CONRAD, H. R.; PIERRE, N. S. A theoretically based model to predict the total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science Technology**, v. 39, n. 1–2, p. 95–110, 1992.
- WIN, K. S.; UEDA, K.; KONDO, S. Effects of soybean meal supplementation on ruminal kinetics of feed particle size reduction and passage in dairy cows fed rice straw. **Animal science journal**, v. 92, n. 1, 2021. DOI: 10.1111/ASJ.13590.

ZHANG, B. *et al.* Hepatic glycogen directly regulates gluconeogenesis through an AMPK/CRTC2 axis in mice. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 135, n. 11, p. e188363, 2025. DOI: 10.1172/JCI188363.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, a inclusão de 24 mL/dia de EPV derivado de *Mimosa tenuiflora* em dietas de alto concentrado para ovinos em confinamento pode ser realizada de forma segura, sem prejuízos ao consumo, ao metabolismo energético e proteico, ao desempenho produtivo, às características de carcaça, à qualidade da carne ou à integridade morfofuncional do trato gastrointestinal e do fígado.

Os efeitos observados com o uso do EPV foram compatíveis aos da salinomicina, indicando que esse aditivo natural apresenta potencial para substituir ou maximizar os efeitos dos ionóforos convencionais em sistemas de produção intensivos, especialmente em contextos nos quais haja disponibilidade regional da matéria-prima e viabilidade econômica para sua utilização.

Adicionalmente, os resultados desta tese indicam que o EPV de *M. tenuiflora* constitui uma alternativa promissora no contexto da nutrição de ovinos confinados, contribuindo para estratégias de produção alinhadas à redução do uso de antibióticos. Estudos futuros avaliando doses superiores do extrato, bem como análises de custo-benefício e respostas em diferentes condições produtivas, são encorajadas para ampliar o conhecimento sobre seu potencial de aplicação.

APÊNDICE

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos o(a) Sr(a) a participar da pesquisa intitulada "**Efeito do Extrato de Própolis Verde e Salinomicina no desempenho e qualidade da carne de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado**", conduzida pela pesquisadora Natália Ingrid Souto da Silva. Este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades sensoriais da carne de ovinos que receberam dietas de alto concentrado suplementadas com diferentes aditivos, visando identificar possíveis efeitos desses aditivos nas características sensoriais da carne. A pesquisa segue as recomendações da resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e seus complementares, sendo sua participação voluntária e se dará por meio de degustação e preenchimento de questionário, expondo sua opinião sobre a dureza, suculência, sabor, aceitação da cor, aceitação global e a intenção de compra do produto. Raramente haverá riscos no teste, como por exemplo, desconforto gastrointestinal ou sabor desagradável, constrangimento ou desconforto ao preencher o questionário, porém, o(a) Sr(a) poderá optar por não participar da pesquisa ou desistir a qualquer momento. A aplicação desse questionário e as avaliações serão realizadas no Laboratório de Análises Instrumentais da UFERSA em cabines individuais, em área restrita, preservando, assim, a sua identidade. Se você aceitar participar, estará contribuindo para avaliar a qualidade sensorial, aceitação e frequência de consumo de carne de ovinos. Se depois de consentir sua participação, o(a) Sr(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa. Se o(a) Sr(a) tiver algum gasto que seja devido à sua participação na pesquisa será ressarcido(a). Da mesma forma, se o senhor(a) sofrer algum dano, que seja comprovadamente decorrente desta pesquisa, terá direito a indenização. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Você ficará com uma cópia deste Termo e toda a dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para o Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Junior e Natália Ingrid Souto da Silva.

Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, fui informado sobre o que a pesquisadora quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não tenho direito a remuneração e que posso sair quando quiser, bem como autorizo a publicação dos dados sendo-me garantido o anonimato e o sigilo dos dados referentes a minha identificação.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um de nós.

Mossoró - RN, ____/____/____.

Assinatura do Participante: _____

Assinatura da Pesquisadora Responsável: _____
Natália Ingrid Souto da Silva

Assinatura do Professor Responsável: _____
Dorgival Moraes de Lima Júnior

APÊNDICE B - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
LABORATÓRIO DE ANÁLISES INSTRUMENTAIS E SENSORIAIS – LANIS

TESTE DE ACEITAÇÃO GLOBAL

Data: ____/____/____

Nº _____

Idade: _____

Sexo: () Masculino () Feminino

Você está recebendo amostras de carne ovina codificada. Prove a amostra e avalie o quanto você gostou ou desgostou utilizando a escala abaixo; é importante que após a degustação da 1ª amostra você tome um pouco de água ou coma uma bolacha de água e sal e espere 30 segundos, para só então provar a segunda amostra.

- 9** - Gostei muitíssimo
8 - Gostei muito
7 - Gostei moderadamente
6 - Gostei ligeiramente
5 - Não gostei/nem desgostei
4 - Desgostei ligeiramente
3 - Desgostei moderadamente
2 - Desgostei muito
1 - Desgostei muitíssimo

AMOSTRA	APARÊNCIA	SABOR	AROMA	COR	TEXTURA	SUCULÊNCIA
372						
549						
861						

TESTE DE ATITUDE

Pense apenas se você gostaria de comprar este produto com base no sabor, aparência e qualidade — sem considerar o preço ou sua renda.

- 3.** Compraria
2. Indiferente
1. Não compraria

AMOSTRA	VALOR ATRIBUÍDO
372	
549	
861	

Muito obrigada!

ANEXOS

ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA


UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Mossoró, 08 de junho de 2022.

PARECER 23/2021

*Certificamos que o projeto intitulado “Extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth. para ovinos alimentados com dietas de alto grão” sob a responsabilidade de Dorgival Moraes de Lima Júnior, o qual envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da lei 11.794 de 8 de outubro de 2009 e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFERSA em reunião no dia 02 de junho de 2022.*

<i>Vigência do projeto</i>	Agosto de 2022 até dezembro de 2024
<i>Espécie/linhagem</i>	Ovina /SPRD
<i>N. de Animais</i>	37
<i>Peso/idade</i>	18 kg / 4 meses
<i>Sexo</i>	machos
<i>Origem</i>	Rebanhos comerciais

Coordenador CEUA-UFERSA

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM HUMANOS

UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE SENSORIAL DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA MIMOSA TENUIFLORA

Pesquisador: DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 86671425.5.0000.5294

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.556.417

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de Doutorado proposto pela UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO para a obtenção do título de doutor no PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar a qualidade microbiológica e sensorial da carne de cordeiros alimentados com extrato de própolis verde da Mimosa tenuiflora, bem como sua aceitação entre potenciais consumidores.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram devidamente apresentados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários adicionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram devidamente apresentados.

Recomendações:

Sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado após atendimento às pendências em parecer ético anterior.

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n

Bairro: Aeroporto

UF: RN

Município: MOSSORO

CEP: 59.607-360

Telefone: (84)3315-2094

E-mail: cep@uern.br

**UERN - UNIVERSIDADE DO
ESTADO DO RIO GRANDE DO
NORTE**



Continuação do Parecer: 7.556.417

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado após atendimento às pendências em parecer ético anterior.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Recurso do Parecer	recurso.pdf	03/04/2025 08:17:14		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Pendência 1.docx	03/04/2025 08:17:11	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANUENCIA DORGIVAL.pdf	03/04/2025 08:14:51	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declara_bras_assinado.pdf	03/04/2025 08:14:37	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	03/04/2025 08:14:01	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Analisesensorialpropolis.docx	03/04/2025 08:13:28	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2505222.pdf	21/02/2025 11:25:50		Aceito
Folha de Rosto	Folhasensorialpropolis.pdf	21/02/2025 11:20:51	DORGIVAL MORAIS DE LIMA JUNIOR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MOSSORO, 09 de Maio de 2025

Assinado por:
JOÃO BEZERRA DE QUEIROZ NETO
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Miguel Antonio da Silva Neto, s/n

Bairro: Aeroporto

CEP: 59.607-360

UF: RN

Município: MOSSORO

Telefone: (84)3315-2094

E-mail: cep@uern.br

ANEXO C – CAPA DO ARTIGO REFERENTE AO CAPÍTULO II DA TESE

Tropical Animal Health and Production (2025) 57:67
<https://doi.org/10.1007/s11250-025-04301-1>

REGULAR ARTICLES



Green propolis extract derived from *Mimosa tenuiflora* as an additive in the diet of sheep

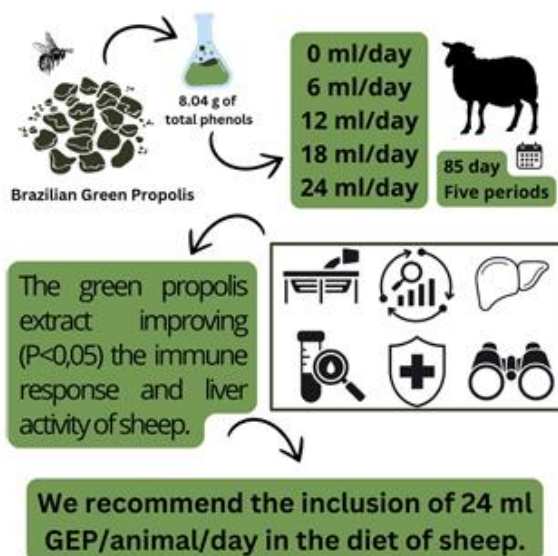
Natalia Ingrid Souto da Silva · Thiago Luís Alves Campos de Araújo · Salenilda Soares Firmino · Mateus Rodrigues Oliveira · Barbara Pinheiro de Sousa · Raiane Mikaeli Nunes da Costa, et al. [full author details at the end of the article]

Received: 30 August 2024 / Accepted: 31 January 2025
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2025

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of increasing doses (0, 6, 12, 18, and 24 mL/day) of green propolis extract (GPE) on intake, apparent digestibility, ingestive behavior, water balance, ruminal parameters, hematology, serum biochemistry, and nitrogen balance in feedlot sheep. We used five castrated male sheep, ½ Dorper x ½ Santa Inês, with a mean age of 26 months and weight of 47.94 ± 4.73 kg. The increase in GPE levels did not influence ($P > 0.05$) the intake and apparent digestibility of dry matter, crude protein, and neutral detergent fiber in sheep. Feeding, rumination, and leisure time were not influenced ($P > 0.05$) by the increase in the GPE supplied to sheep. The pH (6.14 ± 0.25) and ruminal ammonia nitrogen (8.27 mg/dL) values were also not influenced ($P > 0.05$) by increasing doses of GPE. The water absorbed and nitrogen retained by the sheep were also not influenced ($P > 0.05$) by the increase in the GPE supplied. Serum biochemistry was not influenced ($P > 0.05$). However, the concentrations of eosinophils and monocytes were altered ($P < 0.05$) by the supply of GPE to sheep. The supply of up to 24 mL/day of GPE does not interfere with intake, apparent digestibility, ingestive behavior, water balance, and nitrogen balance of feedlot sheep. Still, it influences the immune response and liver activity of animals.

Graphical Abstract



Keywords Phytogetic additive · *Apis mellifera* propolis · *Mimosa tenuiflora*

**ANEXO D– ISBN E DADOS DA PUBLICAÇÃO REFERENTES AOS RESUMOS
PUBLICADOS NO XIX CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL- 2025**

ISBN E DADOS DE PUBLICAÇÃO

Anais do XIX Congresso Nordestino de Produção Animal

26 a 28 de novembro de 2025 | Maceió – AL

Edição técnica

Prof. Dr. Tobiyas Maia de Albuquerque Mariz; Profa. Dra. Julicelly Gomes Barbosa;
Prof. Dr. José Teodorico Araújo Filho

Todos os resumos neste livro foram reproduzidos de cópias fornecidas pelos autores e o conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos mesmos. A organização do referente evento não se responsabiliza por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas ou que conduzam a erros publicados neste livro de trabalhos. É de inteira responsabilidade dos autores o registro dos trabalhos nos conselhos de ética, de pesquisa ou equivalentes de área.

Copyright © 2025 – Todos os direitos reservados

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, arquivada ou transmitida, em qualquer forma ou por qualquer meio, sem permissão escrita da Sociedade Nordestina de Produção Animal.



**ANEXO E – RESUMO PUBLICADO NO XIX CONGRESSO NORDESTINO DE
PRODUÇÃO ANIMAL- 2025**

**AVALIAÇÃO CORRELACIONAL ENTRE AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS E
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE OVINOS SUPLEMENTADOS COM PRÓPOLIS
VERDE NO SEMIÁRIDO**

Ilara Beatriz de Almeida Galdino⁽¹⁾; Natalia Ingrid Souto da Silva⁽²⁾; Luiz Carlos Barbosa Batista⁽¹⁾; Elton Regis Melo⁽¹⁾; Victória Gabrielle da Silva Alves⁽¹⁾; Lívia Emanuelle de Matos Lopes⁽¹⁾; Maiko Roberto Tavares Dantas⁽¹⁾; Leonardo Lelis de Macedo Costa⁽¹⁾

⁽¹⁾ ThermoBio - Núcleo de Pesquisa em Biometeorologia Animal Aplicada, Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró, RN, Brasil. ⁽²⁾ LANA - Laboratório de Nutrição Animal, Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró, RN, Brasil.

A criação de ovinos no semiárido nordestino tem se tornando mais produtiva e rentável ao longo das décadas. No entanto, as altas temperaturas prejudicam diretamente os parâmetros fisiológicos dos animais, ocasionando baixo desempenho produtivo. Assim, o estudo objetivou analisar a influência do extrato de própolis verde (EPV), correlacionando-o com a interação entre as variáveis ambientais e respostas fisiológicas de ovinos confinados no semiárido. O estudo foi desenvolvido em Mossoró/RN (5°11'S, 37°20'W, 18 m), entre agosto e outubro. Foram utilizados cinco carneiros castrados ½ Dorper × ½ Santa Inês (47,9 ± 4,7 kg), instalados em gaiolas metabólicas. O delineamento experimental foi um quadrado latino 5x5 (5 períodos e 5 tratamentos), com administração de EPV (*Mimosa tenuiflora*) em 5 dosagens (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia), com duas aplicações diárias. As variáveis fisiológicas: frequência respiratória (Fr, mov/min), temperatura do pescoço (Tp, °C), temperatura do flanco (Tf, °C) e temperatura retal (Tr, °C). As variáveis ambientais: temperatura do ar (TA, °C), temperatura de globo à sombra (TG, °C), temperatura de globo ao sol (TGsol, °C), umidade relativa (UR, %) e velocidade do vento (Vv, m/s). Para a correlação entre ambientais e fisiológicas, utilizou-se o coeficiente de correlação Pearson (r) em cada dose de EPV (p < 0,05). Em 0 mL de EPV, as correlações entre TG x Tp (r = 0,926) e entre TG x Tf (r = 0,991) apontaram uma alta sensibilidade térmica, assim como para 6 e 12 mL de EPV, com TG x Tp (r = 0,977) e TG x Tf (r = 0,993). Nas doses de 18 e 24 mL, as correlações foram não significativas, mostrando que menor reatividade fisiológicas. Conclui-se que o EPV atua diminuindo o estresse térmico, sugerindo que com doses superiores à 18 mL atuou como um agente modulador, promovendo adaptação térmica para ovinos em confinamento no semiárido.

Palavras-chave: estresse térmico; suplementação dietética; produção animal

Apoio institucional: FAPERN - Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do RN

ANEXO F – RESUMO PUBLICADO NO XIX CONGRESSO NORDESTINO DE
PRODUÇÃO ANIMAL- 2025

**EFEITO TERMORREGULADOR DO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE SOBRE
OVINOS CONFINADOS EM CLIMA SEMIÁRIDO**

Lívia Emanuelle de Matos Lopes⁽¹⁾; Natália Ingrid Souto da Silva⁽²⁾; Luiz Carlos Barbosa Batista⁽¹⁾; Iza Sonally Bezerra Dantas⁽¹⁾; Fernando Ivan Medeiros de Souza⁽¹⁾; Layene Stella da Silva Oliveira⁽¹⁾; Maiko Roberto Tavares Dantas⁽¹⁾; Leonardo Lelis de Macedo Costa⁽¹⁾

⁽¹⁾ ThermoBio - Núcleo de Pesquisa em Biometeorologia Animal Aplicada, Universidade Federal Rural do Semi - Árido, Mossoró, RN, Brasil. ⁽²⁾ LANA - Laboratório de Nutrição Animal, Universidade Federal Rural do Semi - Árido, Mossoró, RN, Brasil.

O estresse térmico em ovinos confinados representa um desafio em regiões de clima semiárido, causado pelas altas temperaturas, comprometendo a produtividade e bem-estar desses animais. O extrato de própolis verde (EPV) apresenta propriedades bioativas com potencial termorregulatório. Este estudo avaliou o efeito do EPV na termorregulação de ovinos confinados em clima semiárido. O experimento foi conduzido na UFERSA, Mossoró/RN (BSwh', Köppen), durante o período seco (agosto a outubro), com cinco carneiros castrados $\frac{1}{2}$ Dorper $\times$ $\frac{1}{2}$ Santa Inês ($47,9 \pm 4,7$ kg), em gaiolas metabólicas individuais. Utilizou-se delineamento quadrado latino 5 $\times$ 5, com administração oral de EPV (*Mimosa tenuiflora*) (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia), em duas doses diárias (dieta: 20% volumoso e 80% concentrado). As variáveis fisiológicas - frequência respiratória (Fr, mov/min), temperatura do pescoço (Tp, °C), temperatura do flanco (Tf, °C), temperatura média superficial (Ts, °C) e temperatura do ar expirado (Texp, °C) - foram medidas a cada duas horas, das 7:00 às 17:00. Utilizou-se modelo linear misto com efeitos fixos dos tratamentos e aleatórios de animal e período. Aplicaram-se contrastes polinomiais para tendências linear/quadrática, com significância em $p < 0,05$ e tendência até 0,10. A Fr apresentou tendência de efeito linear ($p = 0,055$) e quadrático ($p = 0,066$) em resposta às diferentes doses de EPV. Os valores médios observados foram: 65,9 mov/min para 0 mL; 66,5 mov/min para 6 mL; 81,0 mov/min para 12 mL; 74,8 mov/min para 18 mL; e 72,1 mov/min para 24 mL. A maior média de Fr foi registrada na dose de 12 mL, seguida por uma queda progressiva nas doses de 18 e 24 mL. A dose de 24 mL proporcionou a menor Fr entre todos os tratamentos, até o controle. Quanto à Ts, Tf, Tp e Texp, os dados revelaram oscilações leves entre os tratamentos, sem diferenças significativas ($p > 0,05$). Portanto, O uso de até 24 mL/dia de EPV é seguro e pode favorecer a adaptação térmica de ovinos.

Palavras-chave: Carneiros; Estresse térmico; Suplementação Dietética

Apoio institucional: FAPERN - Fundação de Amparo e Promoção da Ciência, Tecnologia e Inovação do RN

ANEXO G – CERTIFICADO DO RESUMO PUBLICADO NO XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA - 2025

Acesse <https://doity.com.br/validar-certificado> para verificar se este certificado é válido. Código de validação: BPR9MZ-AP



Certificado

Certificamos que o trabalho Sedimentoscopia urinária de ovinos submetidos à dieta acidogênica suplementados com própolis verde de *Mimosa tenuiflora* - Urinary sediment analysis of sheep fed an acidogenic diet supplemented with green propolis from *Mimosa tenuiflora* de autoria de **VICTOR RIGER BARROS DE SENA, ANA CECÍLIA DANTAS MENDES, MATEUS GONÇALVES BEZERRA, FREDSON PHILIPPE DE OLIVEIRA FAUSTINO, NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA, FRANCISCO JOCELIO CAVALCANTE SOUZA, MICHELLY FERNANDES DE MACEDO, DORGIVAL MORAIS DE LIMA JÚNIOR** foi apresentado na modalidade **Pôster** no XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, que ocorreu durante os dias 15/10/2025 e 18/10/2025 no Hotel Praia Centro em Fortaleza, Ceará.

Fortaleza, 18 de outubro de 2025.

Dr. Med. Vet. Kolowskys Dantas
Presidente da Associação Brasileira de Buiatria e
Presidente da Associação de Buiatria do Ceará (ABC)

Dra. Med. Vet. Aline Maia Silva
Presidente da Comissão Científica do XV CBB

REALIZAÇÃO



PATROCINADORES



ANEXO H– CERTIFICADO DO RESUMO PUBLICADO NO XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA – 2025

Acesse <https://doity.com.br/validar-certificado> para verificar se este certificado é válido. Código de validação: BPR1M9-AP



Certificado

Certificamos que o trabalho Efeitos da dieta de alto grão associada ao extrato de própolis verde sobre o perfil bioquímico renal de ovinos de autoria de **FREDSON PHILIPPE DE OLIVEIRA FAUSTINO, ANA CECÍLIA DANTAS MENDES, MATEUS GONÇALVES BEZERRA, VICTOR RIGER BARROS SENA, NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA, FRANCISCO JOCELIO CAVALCANTE SOUZA, MICHELLY FERNANDES DE MACEDO, DORGIVAL MORAIS DE LIMA JÚNIOR** foi apresentado na modalidade **Pôster** no XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, que ocorreu durante os dias 15/10/2025 e 18/10/2025 no Hotel Praia Centro em Fortaleza, Ceará.

Fortaleza, 18 de outubro de 2025.

Dr. Med. Vet. Kolowyskys Dantas

Presidente da Associação Brasileira de Buiatria e
Presidente da Associação de Buiatria do Ceará (ABC)

Dra. Med. Vet. Aline Maia Silva

Presidente da Comissão Científica do XV CBB

REALIZAÇÃO



PATROCINADORES



ANEXO I – CERTIFICADO DO RESUMO PUBLICADO NO XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA – 2025

Acesse <https://doity.com.br/validar-certificado> para verificar se este certificado é válido. Código de validação: BPHU9Z-AP



Certificado

Certificamos que o trabalho **Urinálise em Ovinos Alimentados com Dieta de Alto Grão e Suplementados com Própolis Verde: Avaliação Física e Química da Urina** de autoria de **EMILLY EMANUELLY DIAS MONTEIRO, MARCIELLE MICHELLE MOREIRA MENEZES, ANA CECÍLIA DANTAS MENDES, MATEUS GONÇALVES BEZERRA, NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA, FRANCISCO JOCELIO CAVALCANTE SOUZA, MICHELLY FERNANDES DE MACEDO, DORGIVAL MORAIS DE LIMA JÚNIOR** foi apresentado na modalidade **Pôster** no XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, que ocorreu durante os dias 15/10/2025 e 18/10/2025 no Hotel Praia Centro em Fortaleza, Ceará.

Fortaleza, 18 de outubro de 2025.

Dr. Med. Vet. Kolowyskys Dantas
Presidente da Associação Brasileira de Buiatria e
Presidente da Associação de Buiatria do Ceará (ABC)

Dra. Med. Vet. Aline Maia Silva
Presidente da Comissão Científica do XV CBB

REALIZAÇÃO



PATROCINADORES



ANEXO J – CERTIFICADO DO RESUMO PUBLICADO NO XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA - 2025

Acesse <https://doity.com.br/validar-certificado> para verificar se este certificado é válido. Código de validação: BPR191-AP



Certificado

Certificamos que o trabalho Efeitos da Dieta de Alto Grão Associada ao Extrato de Própolis Verde sobre o Perfil Bioquímico Hepático de Ovinos de autoria de **MARCIELLE MICHELLE MOREIRA MENEZES, ANA CECÍLIA DANTAS MENDES, MATEUS GONÇALVES BEZERRA, MARIA CLARA GOMES BATISTA, NATÁLIA INGRID SOUTO DA SILVA, FRANCISCO JOCELIO CAVALCANTE SOUZA, MICHELLY FERNANDES DE MACEDO, DORIVAL MORAIS DE LIMA JÚNIOR** foi apresentado na modalidade **Pôster** no XV CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, que ocorreu durante os dias 15/10/2025 e 18/10/2025 no Hotel Praia Centro em Fortaleza, Ceará.

Fortaleza, 18 de outubro de 2025.

Dr. Med. Vet. Kolowyskys Dantas

Presidente da Associação Brasileira de Buiatria e
Presidente da Associação de Buiatria do Ceará (ABC)

Dra. Med. Vet. Aline Maia Silva

Presidente da Comissão Científica do XV CBB

REALIZAÇÃO



PATROCINADORES



ANEXO L – INFORMAÇÕES REFERENTES AOS RESUMOS PUBLICADOS NO XVIII
CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL – 2024

ISBN E DADOS DE PUBLICAÇÃO

Anais do XVIII Congresso Nordestino de Produção Animal

27 a 29 de novembro de 2024 | Aracaju - SE

Edição técnica

Ligia Maria Gomes Barreto; Valdir Ribeiro Junior; Jarbas Miguel da Silva Júnior;
Juliana Paula Felipe de Oliveira

Todos os resumos neste livro foram reproduzidos de cópias fornecidas pelos autores e o conteúdo dos textos é de exclusiva responsabilidade dos mesmos. A organização do referente evento não se responsabiliza por consequências decorrentes do uso de quaisquer dados, afirmações e/ou opiniões inexatas ou que conduzam a erros publicados neste livro de trabalhos. É de inteira responsabilidade dos autores o registro dos trabalhos nos conselhos de ética, de pesquisa ou equivalentes de área.

Copyright © 2024 – Todos os direitos reservados

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida, arquivada ou transmitida, em qualquer forma ou por qualquer meio, sem permissão escrita da comissão organizadora do evento ou da Sociedade Nordestina de Produção Animal.



ANEXO K – RESUMO PUBLICADO NO XVIII CONGRESSO NORDESTINO DE
PRODUÇÃO ANIMAL – 2024

CONSUMO DE NUTRIENTES POR OVINOS RECEBENDO EXTRATO DE PRÓPOLIS
VERDE DO SEMIÁRIDO

Natalia Ingrid Souto da Silva ²; Barbara Pinheiro de Sousa ²; Emerson Marcos Nascimento Silva ²; Maria Mirna Gonçalves Oliveira ²; Mateus Rodrigues Oliveira ²; Raiane Mikaeli Nunes da Costa ²; Antônia Raquel Bento da Fé ²; Dorgival Moraes de Lima Júnior ¹

¹Docente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido;

²Discente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Resumo:

O uso de antibióticos com aditivos promotores de crescimento vem recebendo diversas críticas devido uma possível associação com crescimento da resistência bacteriana às diversas moléculas antimicrobianas. O uso de substâncias fitogênicas com efeito antimicrobiano vem despertando interesse na alimentação de animais, principalmente por não induzir resistência bacteriana. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de doses do extrato de própolis verde (EPV) do semiárido sobre o consumo de nutrientes em ovinos. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo, consumido ração com relação volumoso:concentrado 20:80. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de EPV. O EPV foi ofertado diretamente na boca dos animais com auxílio de uma pistola dosadora. As quantidades e composição química da dieta oferecida e de sobras foram registradas diariamente, para determinação do consumo [1]. Para as análises estatísticas as médias foram obtidas através da função LSMEANS do SAS, sendo o efeito de tratamento desdobrado por meio de contrastes ortogonais polinomiais. A oferta de extrato de própolis verde (EPV) aos ovinos não influenciou ($P>0,05$) os consumos de matéria seca (1,11 kg/dia), matéria orgânica (0,93 kg/dia), proteína bruta (0,13 kg/dia), fibra em detergente neutro (0,23 kg/dia) e carboidratos não-fibrosos (0,52 kg/dia). A oferta de até 40 ml/dia de extrato de própolis verde não interfere no consumo de nutrientes por ovinos. Recomenda-se mais estudos com extrato de própolis verde para verificar seu potencial como aditivo natural na dieta de ovinos, principalmente com cordeiros em engorda.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico; Apis melífera; Mimosa tenuiflora

ANEXO L – RESUMO PUBLICADO NO XVIII CONGRESSO NORDESTINO DE
PRODUÇÃO ANIMAL – 2024

**DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DA DIETA DE OVINOS
RECEBENDO EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DO SEMIÁRIDO**

**Natalia Ingrid Souto da Silva ²; Emerson Marcos Nascimento Silva ²; Silvio Marcio Vieira da Silva ²;
Maria Mirna Gonçalves Oliveira ²; Francisco Jocelio Cavalcante Souza ²; Pedro Paulo Nunes de Oliveira
²; Elisomar André da Silva ²; Dorgival Moraes de Lima Júnior ¹**

¹Docente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-árido;

²Discente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Resumo:

Em função das restrições impostas aos antibióticos promotores de crescimento na dieta dos animais, cresceu a busca por substâncias naturais bioativas que tragam benefícios a produção dos animais. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes do extrato de própolis verde (EPV) do semiárido sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com elevados níveis de concentrado. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo, consumido ração com relação volumoso:concentrado 20:80. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de EPV. O EPV foi ofertado diretamente na boca dos animais com auxílio de uma pistola dosadora. As quantidades e composição química da dieta oferecida, sobras e fezes foram registradas diariamente, para determinação da digestibilidade aparente [1]. Para as análises estatísticas as médias foram obtidas através da função LSMEANS do SAS, sendo o efeito de tratamento desdobrado por meio de contrastes ortogonais polinomiais. A oferta de extrato de própolis verde (EPV) aos ovinos não influenciou ($P>0,05$) nos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (77,6%), matéria orgânica (78,7%), proteína bruta (73,1%), fibra em detergente neutro (59,9%) e carboidratos não-fibrosos (85,7%) da dieta dos ovinos. Também não observamos ($P>0,05$) efeito da oferta de EPV sobre os teores de nutrientes digestíveis totais (77,6%) da dieta para ovinos. A oferta de até 40 ml/dia de extrato de própolis verde não interfere na digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta dos ovinos.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico; Apis melífera; Mimosa tenuiflora

ANEXO M – RESUMO PUBLICADO NO XVIII CONGRESSO NORDESTINO DE
PRODUÇÃO ANIMAL – 2024

COMPORTAMENTO INGESTIVO E DINÂMICA DE MASTIGAÇÃO DE OVINOS SOB
DIETA COM INCLUSÃO DE EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE NA REGIÃO DO
SEMIÁRIDO

Natalia Ingrid Souto da Silva ²; Barbara Pinheiro de Sousa ²; Silvio Marcio Vieira da Silva ²; Francisco Jocelio Cavalcante Souza ²; Mateus Rodrigues Oliveira ²; Raiane Mikaeli Nunes da Costa ²; Pedro Paulo Nunes de Oliveira ²; Dorgival Moraes de Lima Júnior ¹

¹Docente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido;

²Discente. Rua Francisco Mota Bairro, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Resumo:

O uso de substâncias naturais com efeitos antimicrobianos vem sendo foco do interesse de diversas áreas de estudo. Na produção de ruminantes, os aditivos fitogênicos (óleos essenciais, extratos etc.) são reconhecidos por seus efeitos sobre o metabolismo animal. Quando ofertados aos ruminantes, aditivos fitogênicos podem alterar a cinética de degradação da fibra e interferir na ruminação dos animais. u-se avaliar o efeito de doses crescentes de extrato de própolis verde (EPV) sobre o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com elevados níveis de concentrado. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo, recebendo ração com relação volumoso:concentrado 20:80. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de EPV. O EPV foi ofertado diretamente na boca dos animais com auxílio de uma pistola dosadora. Para determinação das variáveis comportamentais (ócio, ruminando, comendo) os carneiros foram observados, por varredura instantânea durante 24 horas em intervalos de 5 minutos. Também foram observadas a dinâmica mastigatória dos animais [1]. Os tempos despendidos para ingestão (184 min/dia), ruminação (311 min/dia) e ócio (904 min/dia) dos carneiros não foram influenciados ($P>0,05$) pela oferta crescente do EPV. Além disso, não houve efeito da oferta de EPV ($P>0,05$) sobre o tempo de mastigação por bolo (47,4 seg) e eficiências de alimentação (0,38 kg MS/h) e ruminação (0,22 kg MS/h) dos ovinos. A oferta de até 24 ml/dia de extrato de própolis verde não interfere no comportamento ingestivo dos ovinos.

Palavras-chave: Aditivo fitogênico; Apis melífera; Mimosa tenuiflora

ANEXO N – RESUMO PUBLICADO NO XXX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA DA UFERSA (XXX SEMIC) – 2024



Núcleo de Avaliação: Núcleo I

Área temática: Ciências Agrárias

Área do Conhecimento: Nutrição e Alimentação Animal

**Extrato de própolis verde sobre o consumo de nutrientes de
ovinos alimentados com dieta de alto grão**

Maria Mirna Gonçalves Oliveira, Emerson Marcos Nascimento Silva, Mateus Rodrigues Oliveira,
Natália Ingrid Souto da Silva, Dorgival Moraes de Lima Júnior.

Em virtude a resistência causada por antibióticos, o extrato de própolis verde surge com uma alternativa natural ao uso de químicos na dieta de ruminantes, contendo propriedades antimicrobianas e antioxidantes, como flavonoides e chalconas, estimulando o apetite e aumentando, consequentemente, o consumo alimentar do animal (Fischer et al., 2008). Assim, objetivou-se neste trabalho, avaliar o efeito de níveis crescentes de extrato de própolis verde da *Mimosa tenuiflora* sobre o metabolismo de ovinos alimentados com dieta de alto grão. Todos os procedimentos experimentais com animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Ufersa (Parecer CEUA 23/2021). Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg, alojados em gaiolas de metabolismo provida de comedouro, bebedouro e dispositivos para coleta de fezes e urina, separadamente. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados e avaliação de parâmetros. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de extrato de própolis verde, e foram distribuídos aleatoriamente aos cinco animais, em cada período. As quantidades da dieta oferecida e de sobras foram registradas diariamente, para estimativa do consumo. Assim, o consumo de nutrientes foi determinado pela diferença na composição química entre as amostras de ração ofertada e das sobras coletadas. As amostras do alimento ofertado e das sobras foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos e congeladas à -15°C até o momento da análise. Os dados foram analisados por contrastes ortogonais para efeitos de ordem linear e quadrática com auxílio do software SAS. A oferta crescente do extrato de própolis verde não influenciou ($P>0,05$) sobre o consumo de matéria seca pelos carneiros, que variou entre 1,13 e 1,06, com uma média de 1,114kg/dia. De maneira similar, não houve influência significativa ($P>0,05$) sobre o consumo de matéria orgânica dos carneiros, com valores entre 0,89 e 0,98 e uma média de 0,936 kg/dia. O consumo de proteína bruta também não foi afetado ($P>0,05$) oscilando



entre 0,13 e 0,14, com uma média de 0,67kg/dia. Quanto ao consumo de extrato etéreo, os valores se mantiveram constantes em 0,04kg/dia, sem variação significativa ($P>0,05$). A oferta crescente de EPV não influenciou ($P>0,05$) sobre o consumo de FDN dos carneiros, tendo estes valores entre 0,22 e 0,23 com uma média de 0,226 kg/dia. Por fim, o consumo de CNF variou entre 0,49 e 0,57kg/dia, com uma média de 2,62kg/dia, também sem diferença significativa ($P>0,05$). Nesse contexto, a inclusão até 24 ml/dia de EPV não influenciou sobre o consumo de nutrientes de ovinos recebendo dietas de alto grão. Portanto, recomenda-se a oferta de 24 ml/dia de EPV para ovinos alimentados com dietas de alto grão.

Palavras-chave: Ovinos, Própolis, Antibióticos, Consumo, Dieta.

Agência financiadora: PIBIC/CNPq

Campus: Mossoró

ANEXO O – RESUMO PUBLICADO NO XXX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO
CIENTÍFICA DA UFERSA (XXX SEMIC) – 2024



Núcleo de Avaliação: Núcleo I

Área temática: Ciências Agrárias

Área do Conhecimento: Nutrição e Alimentação Animal

Extrato de própolis verde sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes da dieta de ovinos alimentados com alto grão

Emerson Marcos Nascimento Silva, Maria Mirna Gonçalves Oliveira, Bárbara Pinheiro de Sousa, Natália Ingrid Souto da Silva, Dorgival Moraes de Lima Júnior.

O extrato de própolis verde (EPV), rico em flavonoides e ácidos fenólicos, apresenta potencial para substituir antibióticos, influenciando positivamente a digestibilidade dos nutrientes da dieta de ruminantes. Objetivou-se avaliar o efeito de doses crescentes de EPV na digestibilidade aparente de nutrientes em ovinos alimentados com dietas de alto teor de grãos. Foram utilizados cinco ovinos machos, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg alojados em gaiolas de metabolismo provida de comedouro, bebedouro e dispositivos para coleta de fezes e urina. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados e avaliação de parâmetros. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de extrato de própolis verde, e foram distribuídos aleatoriamente aos cinco animais, em cada período. A digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinada pelo método de coleta total de fezes. As fezes produzidas pelo animal foram coletadas em bandejas plásticas adaptadas à gaiola de metabolismo. A pesagem do conteúdo das bandejas coletoras de fezes era realizado a cada 24 horas, seguido da homogeneização e amostragem de 10% do peso total das fezes excretadas. As amostras foram borrifadas com solução de ácido sulfúrico (1:1), colocadas em sacos plásticos e armazenados sob congelamento à -15°C até o momento da análise. Os dados foram analisados por contrastes ortogonais para efeitos de ordem linear e quadrática com auxílio do software SAS. A oferta de EPV não influenciou a digestibilidade aparente da matéria seca (77,66%), matéria orgânica (78,75%), proteína bruta (73,16%), extrato etéreo (84,38%), fibra em detergente neutro (59,98%), carboidratos não fibrosos (85,77%) e teor de



nutrientes digestíveis totais (74,64%) A inclusão de até 24 ml/dia do extrato de própolis verde na dieta de ovinos não interferiu negativamente sobre a digestibilidade aparente da dieta pelos animais. Portanto, recomenda-se a oferta de 24 ml/dia de extrato de própolis verde para ovinos alimentados com dietas de alto grão.

Palavras-chave: Extrato de Propólis Verde, Ovinos, Digestibilidade, Alto Grão.

Agência financiadora: PIBIC/CNPq

Campus: Mossoró

ANEXO P – RESUMO PUBLICADO NO XXX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRSA (XXX SEMIC) – 2024



Núcleo de Avaliação: Núcleo I

Área temática: Ciências Agrárias

Área do Conhecimento: Nutrição e Alimentação Animal

Extrato de própolis verde sobre os parâmetros ruminais de ovinos alimentados com dieta de alto grão

Pedro Paulo Nunes de Oliveira, Raiane Mikaeli Nunes da Costa, Barbara Pinheiro de Sousa, Natalia Ingrid Souto da Silva, Dorgival Moraes de Lima Junior

A descoberta de novos aditivos, principalmente derivado de produtos naturais, como a própolis, configura-se em uma linha de pesquisa promissora, que se destaca na ciência moderna, em que se busca resolver os gargalos que entravam a cadeia produtiva dos animais ruminantes. Nesse viés, pode-se mencionar a resistência microbiana a antibióticos promotores de desempenho, que além de causar prejuízo ao animal, acaba sendo um problema para o ser humano devido ao consumo de alimentos de origem animal com resíduos dessas substâncias. No contexto do impacto inovador, o uso do Extrato de Própolis Verde (EPV) de *Mimosa tenuiflora* na pesquisa abre perspectivas para elaboração de produtos que poderão ajudar a mitigar os impactos causados pela resistência. A própolis é uma resina produzida por abelhas, rica em substâncias bioativas, dentre elas os flavonoides, que possuem efeito similar aos antibióticos (Custódio Reis et al., 2021). Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes da oferta de EPV de *Mimosa tenuiflora* sobre os parâmetros ruminais de ovinos alimentados com dietas contendo alto grão. Foram utilizados cinco ovinos machos, castrados, ½ Dorper x ½ Santa Inês, com idade média 26 meses e peso 47,94 kg alojados em gaiolas de metabolismo provida de comedouro, bebedouro e dispositivos para coleta de fezes e urina, separadamente. O experimento teve duração de 85 dias sendo dividido em cinco períodos de 17 dias, dos quais 12 dias eram para adaptação dos animais e cinco dias para coletas de dados e avaliação de parâmetros. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, os tratamentos consistiram nas doses crescentes (0, 6, 12, 18 e 24 mL/dia) de EPV, sendo distribuídos aleatoriamente aos cinco animais, em cada período. Para determinação do pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃), o líquido ruminal foi coletado no quinto dia de coleta de cada período experimental. As amostras de líquido ruminal, aproximadamente 100 mL, foram obtidas por meio de sonda esofágica três horas após a alimentação matinal. Aliquotas de 50 mL de fluido foram armazenadas em potes de polietileno (80 mL) contendo 1 mL de ácido sulfúrico (1:1) e congelados à -15°C para posterior determinação da concentração de (N-NH₃) realizada pela metodologia de Detmann et al. (2012). Os dados foram analisados por contrastes ortogonais para efeitos de ordem linear e quadrática com auxílio do software SAS. A oferta crescente de EPV não interferiu ($P>0,05$) na circunferência abdominal (média seguida de unidade), pH (média) e nitrogênio amoniacal ruminal (média seguida de unidade). A oferta de até 24 mL/dia de EPV não influenciou os parâmetros ruminais de ovinos alimentados com alto grão, portanto recomenda-se 24 mL/dia de EPV para ovinos recebendo dietas de alto grão.



Palavras-chave: Fitogênico, ovinocultura, rúmen, antibiótico, aditivo.

Agência financiadora: PIVIC.

Campus: Mossoró.

ANEXO Q – RESUMO PUBLICADO NO XXX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRSA (XXX SEMIC) – 2024



Núcleo de Avaliação: Núcleo I

Área temática: Ciências Agrárias

Área do Conhecimento: Nutrição e Alimentação Animal

Extrato de própolis verde sobre o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dieta de alto grão

Raiane Mikaeli Nunes da Costa, Pedro Paulo Nunes de Oliveira, Mateus Rodrigues Oliveira, Natália Ingrid Souto da Silva, Dorgival Moraes de Lima Júnior.

O extrato de própolis verde (EPV), coletado pelas abelhas da espécie *Apis mellifera*, proveniente da resina da *Mimosa tenuiflora*, é amplamente reconhecido por suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e antioxidantes (Campos et al., 2021). Este produto natural, demonstra potencial para substituir aditivos ionóforos, promovendo a saúde ruminal e o bem-estar de animais ruminantes. Contudo, a literatura carece de estudos que investiguem o efeito do EPV no comportamento ingestivo de ovinos. Assim, objetivou-se avaliar a influência de doses crescentes de EPV sobre o comportamento ingestivo de ovinos em dietas de alto grão. O estudo foi realizado utilizando cinco ovinos machos castrados ($\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês), com idade média 26 meses e peso $47,94 \pm 4,73$ kg. Os animais foram submetidos a dietas de alto grão com diferentes doses de extrato de própolis verde (0, 6, 12, 18 e 24 ml/dia) em um delineamento quadrado latino, onde foram avaliados durante 85 dias, subdivididos em 5 períodos de coleta. No primeiro dia de cada período de coleta, foi realizado o comportamento ingestivo, para determinação das variáveis comportamentais (ócio, ruminando, comendo). Os carneiros foram observados, presencialmente por um avaliador treinado durante 24 horas (iniciando 6h:00min de um dia e finalizando 6h:00min do dia seguinte), em intervalos de 5 minutos. Simultaneamente, as observações das variáveis comportamentais, foram feitas por meio de observação direta o número de mastigações por bolo ruminado (n° /bolo) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo (seg/bolo), com utilização de um cronômetro digital. Os dados foram analisados por contrastes ortogonais para efeitos de ordem linear e quadrática com auxílio do software SAS. O tempo médio em que os ovinos passaram se alimentando variou entre 178 e 193 minutos/dia. O tempo dedicado à ruminação variou de



284 a 337 minutos/dia. O tempo de ócio variou de 875 a 927 minutos/dia. O tempo total dedicado à mastigação variou de 465 a 521 minutos/dia. O tempo médio de merícica por bolo variou de 45.58 a 49.21 segundos. O número total de bolos ruminados por dia variou de 356.28 a 424.54. A eficiência de alimentação variou entre 0.38 e 0.39 quilogramas de matéria seca por hora. A eficiência de alimentação (kgFDN/h) variou de 0.07 a 0.08 quilogramas de FDN por hora. A eficiência de ruminação em relação à matéria seca variou entre 0.21 e 0.24 kgMS/h, assim como também a eficiência de ruminação com base em fibra detergente neutro que variou entre 0.04 e 0.05 kgFDN/h. Indicando que a oferta de extrato de própolis verde até 24 ml/dia não teve um impacto ($P>0,05$) no comportamento ingestivo dos ovinos. Conclui-se que a oferta de extrato de própolis verde de *Mimosa tenuiflora* até a dosagem de 24 ml/dia não influenciou o comportamento ingestivo de ovinos em confinamento alimentados com dietas de alto grão. Assim, recomenda-se a oferta de 24 ml/dia de EPV para ovinos recebendo dietas de alto grão.

Palavras-chave: Extrato de própolis verde, Comportamento ingestivo, Ovinos.

Agência financiadora: PIVIC

Campus: Mossoró

ANEXO R – RESUMO PUBLICADO NO I SIMPÓSIO POTIGUAR EM CIÊNCIA
ANIMAL (SIMPA) – 2023



EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE DA *Mimosa tenuiflora* PARA OVINOS
ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO GRÃO
GREEN PROPOLIS EXTRACT FROM *Mimosa tenuiflora* FOR SHEEP FED HIGH
CONCENTRATE DIETS

Linha de pesquisa: produção animal

N.I.S. SILVA^{1*}, D.M. LIMA JÚNIOR¹, P.O. LIMA¹

*E-mail para correspondência: nataliasoutovet@gmail.com

¹Departamento de Ciências Animais, UFERSA, Mossoró, RN.

Objetivos: Objetiva-se avaliar o efeito de níveis crescentes de extrato de própolis verde de *Mimosa tenuiflora* sobre o metabolismo de ovinos alimentados com dietas de alto concentrado e aplicar o melhor nível em um ensaio de desempenho, em comparação como monensina.

Material e métodos: Para isso, serão conduzidos dois ensaios com ovinos. Ensaio I: Serão utilizados cinco ovinos, alojados em gaiolas de metabolismo e alimentados com dietas de alto concentrado, tratados com níveis crescentes do extrato de própolis (0, 6, 12, 18 e 24 mL/animal/dia). Serão coletadas amostras do alimento, fezes e urina para análises bromatológicas, líquido ruminal para verificação de parâmetros ruminais, sangue para bioquímica sérica e parâmetros hematológicos, avaliação do comportamento ingestivo e coleta de dados bioclimatológicos. Ensaio II: Serão utilizados 32 cordeiros distribuídos em quatro tratamentos (dieta controle; dieta com extrato de própolis verde; dieta com monensina; dieta com monensina + extrato da própolis verde). O consumo de alimento e o ganho de peso serão monitorados. A digestibilidade será obtida por meio da coleta total de fezes. Após o confinamento, os animais serão abatidos e as carcaças serão avaliadas para determinação química, parâmetros físicos e peroxidação lipídica da carne. Os dados serão submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados esperados: Espera-se que o extrato da própolis verde da *M. tenuiflora* atue modulando o ambiente ruminal, permitindo maior aproveitamento das dietas de alto concentrado, sem que os animais apresentem problemas digestivos e/ou metabólicos.

Considerações finais: A utilização de aditivos fitogênicos na dieta de animais ruminantes tem sido encorajada em virtude do risco de resistência microbiana. O extrato de própolis verde da *M. tenuiflora* apresenta-se como alternativa aos antibióticos convencionais, funcionando de forma semelhante no ambiente ruminal, contribuindo para melhorar a performance e qualidade da carne destes animais.

Palavras-chave: aditivo fitogênico, ovinocultura, resistência microbiana

Keywords: phytogenic additive, sheep farming, microbial resistance

Protocolo CEUA: Parecer 23/2021. Aprovado em 02 de junho de 2022. Vigência do projeto: agosto de 2022 até dezembro de 2024.