



Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**EFEITO DO EXTRATO ETANÓLICO DE SEMENTES DE *Moringa oleifera* NO CONTROLE PARASITÁRIO E NO DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS EXPERIMENTALMENTE INFECTADOS POR *Haemonchus contortus***

**Maura Elis Oliveira Dornelas**

MAURA ELIS OLIVEIRA DORNELAS

**Efeito do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* no controle parasitário e no desempenho produtivo de ovinos experimentalmente infectados por *Haemonchus contortus***

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

**Profa. Dra. Laura Lúcia dos Santos Oliveira**

**Janaúba 2026**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Dornelas, Maura Elis Oliveira

D713e

Efeito do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* no controle parasitário e no desempenho produtivo de ovinos experimentalmente infectados por *Haemonchus contortus* [manuscrito] / Maura Elis Oliveira Dornelas – 2026.  
102 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2026.  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Laura Lúcia dos Santos Oliveira.

1. Fitoterapia. 2. *Haemonchus contortus*. 3. *Moringa oleifera*. 3 Nematoda Pesquisa. 4. Ovinocultura de corte. I. Oliveira, Laura Lúcia dos Santos. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.3089600223

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

Montes Claros, 03 de março de 2026.

Declaramos para os devidos fins que no dia **26 de fevereiro de 2026**, a acadêmica **Maura Elis Oliveira Dornelas**, CPF 144190556-18, defendeu sua Dissertação de Mestrado, intitulada “**Efeito do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* no controle parasitário e no desempenho produtivo de ovinos experimentalmente infectados por *Haemonchus contortus***” no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unimontes – Universidade Estadual de Montes Claros, aprovada pela banca examinadora:

**Dra. Laura Lúcia dos Santos Oliveira/ Presidente/ UNIMONTES**

**Dr. Valter dos Anjos Almeida/ Membro Externo/**

**MASSEY UNIVERSITY Dr. Nelson de Abreu Delvaux**

**Júnior / Membro Interno/ UNIMONTES Dr. Ronnie**

**Antunes de Assis/ Membro Interno/ UNIMONTES**

**Dr. Fredson Vieira e Silva/ Membro Interno/ UNIMONTES**

**Considerando o disposto no Artigo 49 da Resolução N°. 030 – CEPEX/2022 das Normas do Programa, a Mestranda somente poderá usufruir de todos os direitos e prerrogativas que o título de Mestre em Zootecnia lhe confere após a apresentação da Dissertação, devidamente aprovada em sua redação definitiva, à Secretaria do Programa, no prazo final de 90 dias, findo o qual esta declaração perde a validade.**

A Mestranda foi orientada pela **Profa. Dra. Laura Lúcia dos Santos Oliveira**.

**O curso é reconhecido e Homologado pelo CNE (Portaria MEC N° 1.077- DOU de 13/09/2012 - Parecer CES/CNE 277/2007, 17/01/2008) Renovação do Reconhecimento: (RESOLUÇÃO SEDECTS N° 15, de 14 DE MARÇO 2019, D.O.MG de 26/03/2019).**



Documento assinado eletronicamente por **Laura Lucia dos Santos Oliveira**, Professora de Educação Superior, em 05/03/2026, às 14:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **FREDSON VIEIRA E SILVA**, **Professor de Educação Superior**, em 05/03/2026, às 14:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Valter dos Anjos Almeida**, **Usuário Externo**, em 05/03/2026, às 16:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ronnie Antunes de Assis**, **Professor de Educação Superior**, em 05/03/2026, às 21:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nelson de Abreu Delvaux Junior**, **Professor de Educação Superior**, em 09/03/2026, às 21:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **134437640** e o código CRC **B5425BB0**.

## **Dedicatória**

**À minha família, que sempre acreditou em mim e esteve ao meu lado durante toda esta caminhada, sendo meu alicerce e minha inspiração diária.**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Luciene L. O. Dornelas e Dilber P. Dornelas, às minhas irmãs, Dauane e Marjorie, agradeço o apoio incondicional, suporte, incentivo, amor e paciência. A contribuição de vocês foi essencial para minha persistência. À minha tia Kira, meus primos Nanda, Malu, Uriel e minha amiga Isadora, agradeço os momentos de distrações, conselhos, paciência nos momentos de lamentações.

À minha orientadora, Profa. Dra. Laura Lúcia dos Santos Oliveira, agradeço a confiança, dedicação, disponibilidade, paciência e incentivo; pelos ensinamentos, compreensão nos momentos difíceis e por contribuir de forma tão importante para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Fredson Vieira e Silva, agradeço a confiança, o incentivo, os ensinamentos, a paciência, prontidão e contribuições que enriqueceram minha jornada.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Ronnie Antunes de Assis, Prof. Dr. Nelson de Abreu Delvaux Júnior e Prof. Dr. Valter dos Anjos Almeida, agradeço a disponibilidade e colaborações para este trabalho.

Aos colegas de laboratório, voluntários e colegas do PPGZ Unimontes agradeço a dedicação e auxílio na execução das atividades.

Agradeço aos funcionários da Unimontes campus Janaúba e aos funcionários da Fazenda Experimental da Unimontes por todo o suporte.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para minha formação acadêmica, serei eternamente grata.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIMONTES.

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto APQ-02550-22

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsa.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	12
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
<b>2.1 Helmintoses gastrintestinais de ovinos</b> .....	15
<b>2.2 Controle de helmintos gastrintestinais</b> .....	17
<b>2.2.1 Controle Integrado</b> .....	17
<b>2.2.2 Controle seletivo</b> .....	18
<b>2.3 Anti-helmínticos sintéticos no controle de helmintos gastrintestinais em ovinos.</b> .....	18
<b>2.4 Resistência anti-helmíntica</b> .....	20
<b>2.5 Fitoterapia no controle de helmintos gastrintestinais de ovinos</b> .....	22
<b>2.6 Compostos Bioativos</b> .....	23
<b>2.6.1 Compostos bioativos com potencial anti-helmíntico</b> .....	25
<b>2.7 <i>M. oleifera</i> e composição fitoquímica</b> .....	30
<b>2.8 Efeito de compostos bioativos nas características de carcaças e qualidade de carne</b> .....	31
<b>3 REFERÊNCIAS</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 1: Caracterização fitoquímica e atividade anti-helmíntica de um extrato etanólico de sementes de <i>Moringa oleifera</i> contra <i>Haemonchus contortus</i> com avaliação in vitro e in vivo e análise da qualidade da carne de cordeiros</b> .....	
<b>1. Introdução</b> .....	60
<b>2. Material e métodos</b> .....	63
<b>3. Resultados</b> .....	73
<b>4. Discussão</b> .....	76
<b>5. Conclusões</b> .....	80
<b>6. Referências</b> .....	83
<b>7. Figuras e tabelas</b> .....	90
<b>8. Considerações Finais</b> .....	101

## NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA

“Esta dissertação segue as premissas básicas da revista Journal of Ethnopharmacology (Elsevier)”.

Link: <https://www.sciencedirect.com/journal/research-in-veterinary-science/publish/guide-for-authors>

## RESUMO GERAL

DORNELAS, Maura Elis Oliveira. Efeito do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* no controle parasitário e no desempenho de ovinos experimentalmente infectados por *Haemonchus contortus*. 2026. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.

A resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais representa uma das principais limitações à produção de ovinos, especialmente em regiões com uso intensivo de fármacos sintéticos. Este estudo avaliou o potencial anti-helmíntico do extrato etanólico das sementes de *M. oleifera* (EESM) contra *H. contortus*, bem como seus efeitos sobre o desempenho animal, características das carcaças e qualidade da carne em ovinos experimentalmente infectados. Ensaios *in vitro* foram realizados para avaliar a eclosão de ovos e o desenvolvimento larval em concentrações variando de 3,12 a 100 mg/mL. O extrato apresentou atividade ovicida, com concentrações letais estimadas de 2,88 mg/mL (CL<sub>10</sub>) e 4,23 mg/mL (CL<sub>20</sub>), enquanto a mortalidade larval não apresentou padrão consistente de resposta à dose. Para o ensaio *in vivo*, trinta e dois ovinos machos foram experimentalmente infectados com *H. contortus* e distribuídos em quatro tratamentos: controle (sem extrato) e administração oral de EESM nas doses de 20, 100 ou 215 mg/kg de peso corporal por cinco dias consecutivos. O consumo de matéria seca, o desempenho produtivo, o rendimento de carcaça e os atributos de qualidade da carne foram avaliados. A suplementação com EESM não influenciou o consumo alimentar, o ganho de peso, as características de carcaça, as propriedades físico-químicas da carne nem sua atividade antioxidante. Em relação aos parâmetros parasitológicos, a dose de 100 mg/kg promoveu redução significativa no número de fêmeas (36,2%) e machos (28,8%) adultos de *H. contortus*, enquanto a maior dose não apresentou efeito benéfico. Os resultados indicam que o extrato das sementes de *M. oleifera* apresenta atividade anti-helmíntica moderada contra *H. contortus*, sem comprometer o desempenho animal, as características de carcaça ou a qualidade da carne, reforçando seu potencial como alternativa complementar no controle parasitário em ovinos.

Palavras-chave: Compostos bioativos. Fitoterapia. Cordeiros. Helmintos.

## GENERAL ABSTRACT

DORNELAS, Maura Elis Oliveira. Effect of the ethanolic extract of *Moringa oleifera* seeds on parasite control and performance of sheep experimentally infected with *Haemonchus contortus*. 2026. 102p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brazil.

Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes represents one of the main limitations to sheep production, especially in regions with intensive use of synthetic drugs. This study evaluated the anthelmintic potential of the ethanolic extract of *M. oleifera* seeds (MOSEE) against *H. contortus*, as well as its effects on animal performance, carcass characteristics, and meat quality in sheep experimentally infected with the parasite. *In vitro* assays were conducted to evaluate egg hatching and larval development at concentrations ranging from 3.12 to 100 mg/mL. The extract showed ovicidal activity, with estimated lethal concentrations of 2.88 mg/mL (CL<sub>10</sub>) and 4.23 mg/mL (CL<sub>20</sub>) whereas larval mortality did not show a consistent dose-response pattern. For the *in vivo* trial, thirty-two male sheep were experimentally infected with *H. contortus* and assigned to four treatments: control (without extract) and oral administration of MOSEE at doses of 20, 100, or 215 mg/kg body weight for five consecutive days. The dry matter intake, productive performance, carcass yield, and meat quality traits were evaluated. The supplementation with MOSEE did not affect feed intake, weight gain, carcass characteristics, physicochemical properties of the meat, or its antioxidant activity. Regarding parasitological parameters, the dose of 100 mg/kg promoted a significant reduction in the number of adult female (36.2%) and male (28.8%) *H. contortus*, whereas the highest dose showed no beneficial effect. The results indicate that the extract of *M. oleifera* seeds presents moderate anthelmintic activity against *H. contortus*, without compromising animal performance, carcass traits, or meat quality, reinforcing its potential as a complementary alternative for parasite control in sheep.

**Keywords:** Bioactive compounds. Phytotherapy. Lambs. Helminths.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O uso de plantas medicinais para o controle de helmintos gastrintestinais é um método alternativo ao uso de anti-helmínticos sintéticos. Assim, o seu uso diminui a frequência no uso dos anti-helmínticos sintéticos, reduz a ocorrência de resistência anti-helmíntica, prolonga a vida útil dos produtos químicos disponíveis, além de ter como vantagem a disponibilidade local (Abou El-Soud, 2010; Borges, 2014).

Para a ovinocultura, o controle de helmintos gastrintestinais, em especial do *Haemonchus contortus*, é uma necessidade premente, por conta de perdas econômicas significativas. A infecção por *H. contortus* diminui a produtividade dos animais, atrasa o desenvolvimento corporal e aumenta a taxa de morbidade e mortalidade dos rebanhos (Hoste and Torres-Acosta, 2011).

Plantas tradicionalmente conhecidas por suas propriedades antiparasitárias em ruminantes tem sua eficácia comprovada, sendo utilizadas em tratamentos combinados com anti-helmínticos sintéticos (Gaudin et al., 2016; Githiori et al., 2006; Hoste et al., 2008).

Há um número crescente de estudos controlados para verificar, validar e quantificar a atividade anti-helmíntica, os princípios ativos, farmacodinâmica ou eficácia clínica de plantas tradicionalmente conhecidas como medicinais (Jackson and Coop, 2000).

Para área de produção animal, as principais propriedades farmacológicas investigadas em plantas medicinais são atividades antiparasitária, antimicrobiana, anti-inflamatória, antioxidante e imunomoduladora. Metabólitos secundários como taninos condensados, flavonoides, alcaloides, saponinas, terpenos e compostos sulfurados, podem atuar diretamente sobre helmintos gastrintestinais, reduzindo viabilidade dos ovos, motilidade larval e sobrevivência parasitária (Wink, 2012).

Várias espécies tropicais têm apresentado resultados promissores no controle de helmintos gastrintestinais, especialmente *H. contortus*. Plantas como *Azadirachta indica*, *Chenopodium ambrosioides*, *Momordica charantia*, *Allium sativum*, *Morinda citrifolia* e *Moringa oleifera* têm sido investigadas devido à presença de compostos bioativos capazes de comprometer a integridade da cutícula, o metabolismo energético e a fisiologia neuromuscular dos helmintos (Alves et al., 2024; Cabardo and

Portugaliza, 2017b; Elghandour et al., 2023; Nery et al., 2009; Santos and Carvalho, 2014; Silva et al., 2024; Vita et al., 2014).

*M. oleifera* é uma espécie arbórea pertencente à família Moringaceae, amplamente reconhecida por seu elevado valor nutricional, medicinal e agrícola. A planta é considerada uma das espécies vegetais de múltiplo uso mais importantes das regiões tropicais e subtropicais, sendo utilizada tradicionalmente na alimentação humana e animal, no tratamento de enfermidades e em sistemas agrícolas sustentáveis (Leone et al., 2015).

A *M. oleifera* possui longa história de uso medicina popular, além de sua importância agrícola. Diferentes partes da planta, como folhas, sementes, cascas, raízes e flores, são utilizadas na medicina tradicional de diversas culturas para tratamento de enfermidades inflamatórias, infecciosas, gastrintestinais e metabólicas (J. W. Fahey, 2005). Na medicina indiana, a moringa é empregada há séculos no tratamento de afecções articulares, distúrbios gastrointestinais, hipertensão, infecções cutâneas e parasitoses intestinais. Em comunidades rurais africanas e asiáticas, as sementes e folhas também são utilizadas empiricamente como antimicrobianos, anti-inflamatórios e vermífugos (Ganguly, 2013; Paliwal and Sharma, n.d.).

A *M. oleifera* é uma planta nativa da Índia, atualmente amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, estando bem adaptadas às condições brasileiras. Destaca-se por seu potencial produtivo mesmo em períodos de menor disponibilidade hídrica, quando manejada corretamente (Hodas et al., 2021).

Acredita-se que *M. oleifera* seja originária da região sub-Himalaia do norte da Índia, especialmente das áreas montanhosas próximas ao Himalaia, no noroeste indiano. A partir dessa região, a espécie foi disseminada para diversos países da Ásia, África e América Latina devido à sua elevada capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Anwar et al., 2007). Atualmente a moringa é cultivada em grande parte das regiões tropicais e semiáridas do mundo, incluindo Índia, Paquistão, Filipinas, Tailândia, países africanos, América Central, Brasil e Caribe, sendo particularmente valorizada em áreas com baixa disponibilidade hídrica devido à sua resistência à seca (Leone et al., 2015).

As sementes de *M. oleifera* são consideradas ricas em minerais, ácidos graxos, componentes polifenólicos, o que pode contribuir para o desenvolvimento de

nutracêuticos e de alimentos funcionais. Além de possuir grande potencial relacionado ao seus compostos bioativos (Abdalla et al., 2022). Os múltiplos compostos bioativos presentes nas plantas medicinais que possuem atividade anti-helmíntica, geralmente têm mecanismos de ação diferentes, o que pode limitar o desenvolvimento da resistência anti-helmíntica (Chagas, 2015).

Assim, este estudo tem o objetivo de investigar o potencial das sementes de *M. oleifera* como alternativa fitoterápica no controle de helmintos gastrintestinais em ovinos, integrando a síntese do conhecimento científico sobre plantas medicinais com a avaliação da composição bioativa do extrato, sua atividade anti-helmíntica e possíveis repercussões produtivas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Helmintoses gastrintestinais de ovinos

Em ruminantes, doenças causadas por endoparasitos são uma das principais causas de perdas econômicas, tanto por mortalidade quanto por redução na produtividade dos animais. Em pequenos ruminantes, os principais parasitos limitantes da produção são *H. contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Cooperia* spp., *Oesophagostomum* spp. e *Strongyloides papillosus* (Vieira, 2008a).

O *H. contortus* é o parasito de maior prevalência e importância em regiões tropicais e subtropicais (Athanasiadou et al., 2008; Molento et al., 2011). O controle é importante para o bem-estar nas produções, assim como a sustentabilidade, reduzindo as concentrações de drogas no ambiente e melhorando a qualidade dos produtos (Mendes et al., 2020).

O ciclo evolutivo do *H. contortus* é simples e direto, tendo uma fase parasitária e outra no ambiente. Principia-se com a expulsão dos ovos nas fezes e, em um ambiente com umidade entre 80-100% e temperatura entre 18-26°C, há a eclosão dos ovos e desenvolvimento até a forma larval infectante (L3), que vive na pastagem e será ingerido pelo animal. Após ingestão, inicia-se a fase parasitária, o parasito chega ao abomaso e se desenvolve até a fase adulta, atinge a maturidade reprodutiva, dando continuidade ao ciclo. Os adultos movem-se livremente na superfície da mucosa e o período pré-patente é de duas a três semanas (Molento, 2005a; Taylor et al., 2017).

A hemoncose, doença causada por este parasito, provoca apatia, perda de apetite, edema submandibular e anemia (Athanasiadou et al., 2008; Molento et al., 2011). A fisiopatologia está relacionada com a hematofagia do parasito, que causa anemia e hipoalbuminemia, principais sintomas clínicos da hemoncose. As consequências desses sintomas dependerão da carga parasitária, idade do animal infectado e seu estado imunológico (Besier et al., 2016a).

O principal mecanismo fisiopatológico da hemoncose é a perda sanguínea que é prolongada por secreções anticoagulantes, secretadas pelos parasitos nos locais de fixação. Como consequência, desenvolve-se anemia progressiva, inicialmente compensatória, mas que pode evoluir para quadros graves em infecções intensas ou

persistentes (Dargie and Allonby, 1975a). Assim, a doença é caracterizada em três estágios: crônico, agudo e hiperagudo (Flay et al., 2022).

A hemonose crônica ocorre quando há uma baixa carga parasitária e os sintomas são subclínicos, podendo a infecção não ser identificada; nessa condição, observa-se a redução gradual da produtividade dos animais e os sintomas clínicos podem aparecer quando houver aumento da carga parasitária ou sob condições nutricionais inadequadas.

A hemonose aguda ocorre a anemia é desenvolvida após um longo período de baixa carga parasitária, mesmo com a perda de sangue sendo menos severa. Além da anemia, a hipoproteinemia causada pela perda de sangue pode apresentar sintomas como letargia, fraqueza, mucosa pálida e diminuição das frequências cardíaca e respiratória (Dargie and Allonby, 1975b).

Por um período, o organismo animal consegue compensar a perda de hemácias através da eritropoiese, podendo apresentar melhora em sua condição clínica em até seis semanas após a infecção. Após esse período, se a carga parasitária não for controlada, a perda contínua de sangue por muitas semanas pode inibir a absorção de ferro no intestino, causando anemia por deficiência de ferro (Naigamwalla et al., 2012).

A hipoproteinemia, que ocorre, além dos prejuízos já citados, por conta do extravasamento de proteína para o lúmen do abomaso, diminuição da absorção de proteína devido à perda de células epiteliais do abomaso, aumento da produção de muco e por uma resposta imune que demanda proteína para a reparação de tecidos danificados pelo parasito (Angulo-Cubillán et al., 2007). Por conta disso, há uma diminuição da pressão osmótica oncótica intravascular e edema submandibular. Toda essa condição piora, caso a alimentação e nutrição do animal não for adequada e ajustada (Rowe et al., 1988; Simpson, 2000).

A hemonose hiperaguda ocorre quando a carga parasitária aumenta em um curto período, sendo mais comum em animais novos. Nesses casos, pode causar a morte subita dos animais, provavelmente por choque hipovolêmico, sem sinais clínicos prévios (Besier et al., 2016a, 2016b; Gutierrez et al., 2004).

A capacidade reprodutiva do *H. contortus* e sofisticados mecanismos de evasão imunológica e adaptação fisiológica, favorece contaminação ambiental, reinfecções

contínuas e permanência no trato gastrointestinal mesmo resposta inflamatória do hospedeiro. Esse conjunto de fatores contribui para a persistência da infecção e para o elevado impacto econômico da hemonose na produção ovina mundial (Besier et al., 2016a; Saccareau et al., 2017).

## **2.2 Controle de helmintos gastrintestinais**

Para o controle dos parasitos e dos danos causados pela doença, pode ser realizado através de manejo de pastagens, limpeza das instalações, cuidados na alimentação e nutrição dos animais, aplicação de fármacos apropriados para tipo e espécie parasitária. A aplicação dos anti-helmínticos é o método mais utilizado, de forma constante e inadequada (Molento, 2005a).

Não há exigências na aplicação dos anti-helmínticos, podendo ser indicado e feito por quaisquer pessoas. Essas geralmente não tem conhecimento ou orientação adequada para esta aplicação, fazendo o uso de super e/ou subdosagens (Esteban-Ballesteros et al., 2017). Esse manejo inadequado pode ocasionar a resistência anti-helmíntica dos parasitos, intoxicação dos animais e eliminação de resíduos no ambiente (Athanasiadou et al., 2008).

A resistência anti-helmíntica é um processo inevitável quando se realiza o controle de helmintos através da aplicação de anti-helmínticos e o uso incorreto dos produtos acelera esse processo, que pode ser desenvolvido para uma ou mais classes de drogas anti-helmínticas (Amarante et al., 2014). Os esquemas de controle de parasitos, com base na aplicação de anti-helmínticos são controle integrado, controle seletivo, controle supressivo e controle tático (Vieira et al., 1997).

### **2.2.1 Controle Integrado**

É indicado que medidas de controle sejam feitas de forma associada, principalmente quando se é identificada a resistência anti-helmíntica, aumentando a resistência dos animais através de um controle ambiental, melhora na alimentação que, conseqüentemente, melhora a imunidade dos animais e diminui o contato com fontes de infecção (Molento, 2005a; Torres-Acosta and Hoste, 2008).

O controle integrado de parasitos é o conjunto de medidas estratégicas que visam reduzir a contaminação dos animais e das pastagens e manter a eficácia dos

anti-helmínticos (Molento, 2005a). Para isso, técnicas de manejo de rebanho e de pastagens, descontaminação prévia das pastagens, alternância de categorias e/ou espécies de hospedeiros, pastejo rotacionado, seleção genética, nutrição, controle biológico, vacinas e fitoterapia são alternativas a serem usadas nos rebanhos brasileiros (Cezar et al., 2008).

### **2.2.2 Controle seletivo**

A aplicação seletiva de anti-helmínticos visa identificar ovinos resistentes a hemonose, que não apresentam sinais clínicos, e tratar apenas os animais que sofrem com o parasitismo severo, que apresentam sinais clínicos. Assim, diminui-se o uso de anti-helmíntico nos rebanhos, retardando a resistência anti-helmíntica, pois assim pressão de seleção de cepas resistentes será menos intensa e reduzindo os resíduos químicos no ambiente e produtos gerados pela criação dos pequenos ruminantes (Molento, 2008; van Wyk, 2001).

O prolongamento da vida útil dos anti-helmínticos existentes é importante para que se mantenha o controle do parasitismo, visto que o uso dos compostos químicos é um dos principais métodos de controle e por conta dos altos custos e dificuldade para o desenvolvimento de novas drogas. Mesmo que com uso reduzido, a aplicação de anti-helmínticos promove a seleção de parasitos resistentes. Assim, a utilização de métodos de controle seletivo é importante para retardar o processo de resistência anti-helmíntica (Fortes and Molento, 2013; Molento et al., 2011).

Para a aplicação dos vermífugos, pode ser feita a associação com o método FAMACHA que visa identificar, através de uma padronização de coloração da mucosa ocular, animais que estejam com anemia. Apesar de não identificar a causa certa de anemia, auxilia que apenas animais contaminados sejam tratados, diminuindo a quantidade de parasitos que entram em contato com o ativo, aumentando a população refugia, diminuindo a ocorrência da resistência anti-helmíntica (Molento et al., 2004; Molento, 2005b).

### **2.3 Anti-helmínticos sintéticos no controle de helmintos gastrintestinais em ovinos.**

Os anti-helmínticos sintéticos utilizados no controle de helmintoses gastrintestinais em ovinos pertencem a diferentes classes farmacológicas e

apresentam mecanismos de ação distintos sobre as estruturas e processos fisiológicos essenciais dos parasitos. Em geral, o metabolismo energético, a neurotransmissão e a integridade celular dos helmintos, como o *H. contortus*, são os principais alvos.

A classe dos benzimidazóis é representada pelo albendazol, fenbendazol e oxfendazol e atuam por meio da ligação seletiva de B-tubulina dos helmintos, impedindo a polimerização dos microtúbulos, interferindo diretamente na sobrevivência e reprodução dos helmintos. Assim, compromete funções celulares fundamentais, incluindo absorção de glicose, transporte intracelular e divisão celular, levando à depleção energética e morte gradual do parasito (Geary et al., 1999; Prichard, 2001).

As lactonas macrocíclicas como a ivermectina, doramectina e moxidectina agem sobre canais de cloro mediados por glutamato presentes nas células nervosas e musculares dos helmintos. Quando ativados, esses canais promovem aumento excessivo de íons de cloreto de forma repentina, resultando na hiperpolarização celular, paralisia flácida e incapacidade de o parasito alimentar-se e permanecer fixado à mucosa gastrintestinal. Essa classe possui amplo espectro de ação, mas a resistência anti-helmíntica é amplamente relatada em rebanhos ovinos (Sangster, 1999; Wolstenholme et al., 2004).

Os imidazotiazóis, como o levamisol, atuam como antagonistas dos receptores nicotínicos de acetilcolina presentes na musculatura dos helmintos. Isso provoca a despolarização sustentada da membrana muscular, resultando em contração persistente e paralisia espástica do parasito, que é eliminado pelo peristaltismo intestinal (Martin et al., 2012; Puttachary et al., 2010; Qian et al., 2008).

As salicilanilidas (closantel e rafoxanida) e os substitutos fenólicos (nitroxinil) atuam principalmente desacoplando a fosforilação oxidativa mitocondrial. Esse processo impede a síntese adequada de ATP, resultando em falência energética e comprometimento do metabolismo dos helmintos. São anti-helmínticos com prolongado tempo de ação e apresentam elevada eficácia contra parasitos hematófagos, como o *H. contortus* (Martin, 1997).

Os derivados de aminoacetonitrila como o monepantel atuam sobre a ativação de receptores nicotínicos específicos dos nematoides. Essa interação desencadeia

disfunção neuromuscular irreversível, resultando em paralisia e morte do parasito (Kaminsky et al., 2008).

## **2.4 Resistência anti-helmíntica**

A resistência anti-helmíntica é uma das principais consequências do uso irregular de anti-helmínticos. A população de parasitos torna-se capaz de sobreviver a doses de anti-helmínticos que poderiam ser letais para as populações susceptíveis (Torres-Acosta and Hoste, 2008; Vieira, 2008a), acarretando a inviabilidade no uso dos compostos, pois essa habilidade é transmitida aos descendentes (V. M. M. Costa et al., 2011). Quando uma população de parasitos adquire resistência a uma ou mais bases anti-helmínticas, inviabiliza o controle efetivo, refletindo negativamente nos índices produtivos do rebanho (Portal Embrapa, 2021.)

Um estudo realizado no Norte de Minas Gerais, em propriedades de ovinos naturalmente infectados, observou-se a ineficácia do albendazol e da ivermectina em todas as propriedades onde foram testados, e o levamisol foi eficaz em apenas 25% das propriedades. Verificou-se que o *H. contortus* foi o parasito de maior prevalência, podendo ser identificado até mesmo após o tratamento (Batista et al., 2023). Dessa forma, surge a necessidade de buscar e adotar diferentes métodos de controle de helmintos gastrintestinais nos rebanhos de ovinos no semiárido mineiro.

Os primeiros relatos de resistência anti-helmíntica em ovinos ocorreram poucas décadas após a introdução dos benzimidazóis, sendo posteriormente observada resistência às demais classes químicas, incluindo lactonas macrocíclicas, imidazotiazóis, salicilanilidas e, mais recentemente, aos derivados de aminoacetonitrila, como o monepantel (Kotze and Prichard, 2016). Em muitos casos, populações de *H. contortus* desenvolveram resistência múltipla em menos de dez anos após a introdução de novas moléculas antiparasitárias.

O problema apresenta distribuição global e já foi descrito em praticamente todas as regiões produtoras de ovinos. Na Oceania, especialmente na Austrália e Nova Zelândia, a resistência anti-helmíntica é considerada um dos principais entraves econômicos da ovinocultura. Estudos realizados no estado de New South Wales, Austrália, identificaram populações de *H. contortus* resistentes simultaneamente a

múltiplas classes anti-helmínticas, incluindo benzimidazóis, ivermectina, levamisol e salicilanilidas (Lamb et al., 2017).

Na América do Sul, o problema é particularmente grave em países com sistemas intensivos de produção de pequenos ruminantes, como Brasil, Uruguai e Argentina. Nessas regiões, a elevada frequência de tratamentos anti-helmínticos, associada às condições climáticas favoráveis à sobrevivência das larvas no ambiente, favoreceu rápida disseminação de cepas resistentes de *H. contortus*. Revisões recentes demonstram que propriedades ovinas brasileiras apresentam resistência disseminada às principais classes químicas utilizadas comercialmente, incluindo resistência múltipla (Kotze and Prichard, 2016; Muchiut et al., 2018; Rodrigues et al., 2025).

Na Europa, embora historicamente o problema tenha sido menos severo que no hemisfério sul, a resistência anti-helmíntica tem aumentado progressivamente nas últimas décadas. Casos de resistência a benzimidazóis, tetra-hidropirimidinas/imidiazotiazóis e lactonas macrocíclicas já foram relatados em diversos países, incluindo Reino Unido, França, Itália, Espanha, Holanda e Alemanha, afetando principalmente *H. contortus*, *Teladorsagia circumcincta* e *Trichostrongylus* spp. (Jackson and Coop, 2000; Traversa and von Samson-Himmelstjerna, 2016).

Na Ásia, países como China, Índia e Paquistão também relatam elevada prevalência de resistência anti-helmíntica em ovinos e caprinos. Na China, pesquisas recentes mostram ampla distribuição de *H. contortus* resistente, especialmente em regiões de produção intensiva de pequenos ruminantes, associada principalmente ao uso contínuo de ivermectina e benzimidazóis (Wang et al., 2017). No Paquistão e em outras regiões do sul da Ásia, a hemonose é considerada uma das principais limitações sanitárias da ovinocultura, sendo frequentemente associada à baixa eficácia terapêutica dos anti-helmínticos disponíveis (Naeem et al., 2020).

Na África, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, a combinação entre clima favorável ao desenvolvimento larval e acesso limitado a programas estratégicos de controle contribui para a seleção de populações resistentes. Em diversos países africanos, a resistência de *H. contortus* a ivermectina, albendazol e levamisol já é amplamente documentada, comprometendo severamente a produtividade dos rebanhos (Kotze and Prichard, 2016; Muchiut et al., 2018).

Os principais fatores envolvidos na seleção da resistência incluem uso frequente e indiscriminado de anti-helmínticos, subdosagens, tratamentos repetitivos sem rotação adequada de princípios ativos e ausência de manejo integrado de parasitos. Sob intensa pressão de seleção, helmintos portadores de mutações associadas à resistência sobrevivem ao tratamento e transmitem essas características às gerações subsequentes (Rodrigues et al., 2025).

Diante desse cenário, a resistência anti-helmíntica é considerada um problema de importância mundial e ameaça direta à sustentabilidade da produção ovina. Como consequência, estratégias alternativas e integradas de controle vêm ganhando destaque, incluindo manejo de refúgio, seleção genética de animais resistentes, uso racional de anti-helmínticos e investigação de compostos bioativos de origem vegetal como potenciais alternativas terapêuticas (Gilleard, 2013).

A exploração do potencial farmacêutico de metabólitos secundários de plantas tem crescido significativamente e pode ser uma alternativa eficaz no controle de parasitos, através do fornecimento de extratos ou da própria planta (Macedo et al., 2011).

## **2.5 Fitoterapia no controle de helmintos gastrintestinais de ovinos**

Controle de parasitos gastrintestinais é baseado no uso de vários anti-helmínticos e o desenvolvimento de resistência anti-helmíntica indica que programas de controle baseados apenas no uso de anti-helmínticos não é sustentável. Além de adotar programas integrados de controle de parasitos, é necessário que estas alternativas sejam acessíveis. O uso de plantas medicinais pode ser uma alternativa viável, podendo ser considerada desejável e vantajosa economicamente, por reduzir custos de produção (Ademola et al., 2009).

Além disso, atende ao mercado consumidor de produtos orgânicos e o uso de extratos vegetais promove um desenvolvimento mais lento da resistência anti-helmíntica, são biodegradáveis, diminuindo drasticamente os resíduos químicos no ambiente (Chagas, 2004).

Plantas tradicionalmente conhecidas por suas propriedades antiparasitárias em ruminantes tem sua eficácia comprovada, com seu uso sendo considerado para tratamentos combinados com anti-helmínticos sintéticos (Gaudin et al., 2016; Githiori

et al., 2006; Hoste et al., 2008). Há um número crescente de estudos controlados para verificar, validar e quantificar a atividade anti-helmíntica, os princípios ativos, farmacodinâmica ou eficácia clínica de plantas tradicionalmente conhecidas como medicinais (Jackson and Coop, 2000).

Apesar do amplo uso da fitoterapia como alternativa ao uso de drogas sintéticas, faz-se necessário conhecer a composição desses fitomedicamentos, pois sua validação como muitas vezes envolve a quantificação de determinados marcadores bioativos presentes no extrato da planta. Há, também, a possibilidade de certas estruturas de princípios ativos serem base para a sintetização de drogas mais potentes (Ademola et al., 2009).

O reconhecimento de plantas eficazes no controle de anti-helmínticos sintéticos, pode reduzir o uso destes, conseqüentemente estendendo sua vida útil e contribuindo para o aumento da produtividade (Peron et al., 2008; Teles and Costa, 2014).

## **2.6 Compostos Bioativos**

Compostos bioativos são componentes de plantas que possuem ação medicinal. Há registros de ação anti-inflamatória, antibacteriana, antioxidante, antiviral e anti-helmíntica para diversas plantas que podem conter compostos secundários como taninos, flavonoides, saponinas, alcalinos, entre outros. Os compostos secundários são compostos que fazem parte do sistema de defesa da planta, mas não influenciam no metabolismo de desenvolvimento das plantas, agindo contra predadores e doenças (Bosqueiro, 1996).

A composição das plantas depende de diversos fatores como a idade da planta, fase de desenvolvimento, espécie da planta, localização da planta, ambiente e fertilidade do solo. Por exemplo, os taninos têm registros de maior nível em plantas que precisam sobreviver em solos pobres ou secos, como solos de regiões tropicais e subtropicais (Hoste et al., 2008). Além de poder ser observado em maior parte, nas partes da planta que ficam mais expostas ao sol (Heil et al., 2002).

A ação direta ocorre quando os compostos bioativos do alimento atingem o desenvolvimento do parasito e a ação indireta é através do fortalecimento do metabolismo dos animais. O uso fitoterápico consiste no fornecimento de plantas ou

extratos de plantas exclusivamente para o controle dos parasitos, por um período de tempo curto e pré-determinado, assim como a dosagem (Hoste et al., 2006a).

Além disso, o fornecimento de extratos vegetais ricos em metabólitos secundários para animais pode melhorar a digestibilidade, absorção dos nutrientes, estimular o sistema imune, modificar a microbiota ruminal (L. B. Costa et al., 2011).

Em um estudo realizado com 25 espécies de planta, todos os extratos etanoicos tiveram atividade larvicida observada e todas as plantas testadas contêm compostos secundários que podem ser responsáveis pelos efeitos anti-helmínticos encontrados, como os aminoácidos, saponinas, esteróis, taninos, alcaloides e saponinas. A extração com etanol é a mais utilizada quando se tem interesse de extrair compostos secundários que são bioativos. Extratos aquosos de algumas espécies também apresentaram efeitos larvicidas, mas o composto bioativo responsável ainda deve ser identificado (Ahmed et al., 2013).

A identificação de ação anti-helmíntica com plantas com baixos níveis de taninos condensados indica que a presença de outros componentes bioativos estão envolvidos na ação anti-helmíntica. Foram identificados em extratos de *Musa paradisiaca* a presença de flavonoides, esteróis e terpenos, compostos que podem estar envolvidos na ação anti-helmíntica identificada no estudo. As saponinas também são considerados compostos bioativos de importante interesse medicinal e foram identificados nos extratos que obtiveram maior nível de atividade anti-helmíntica (Marie-Magdeleine et al., 2014). No estudo in vitro, pode ser identificado que, em diferentes estágios de desenvolvimento do parasito, os extratos tiveram atividade diferente. Isso foi explicado pela composição do extrato, que variou de acordo com o tipo de extração realizada, influenciando na composição e na atividade do extrato.

Ao avaliar o efeito anti-helmíntico de *Jatropha molíssima* por métodos in vitro, observou-se que o extrato etanólico do caule mostrou-se tóxico sobre o microcrustáceo *Artemia salina* com 1000 µg/ml e inibiu a eclosão de ovos e o desenvolvimento de larvas de *H. contortus*, tendo 70,77% de eficácia. Nos testes in vivo, reduziu as contagens de ovos por grama de fezes (OPG) de ovinos, com eficácia de 44% e 47% para as concentrações de 660,80 µg/ml e 1321,6 µg/ml, respectivamente (Ribeiro et al., 2014).

Ao comparar a ação anti-helmíntica da batata de purga e do melão de são caetano, realizou-se teste in vivo em 40 caprinos naturalmente infectados por helmintos gastrintestinais. A redução na contagem de ovos dos animais tratados com extrato alcoólico de batata de purga foi de 63% e 90% para 30 e 60 dias pós-tratamento respectivamente. Para os animais tratados com extrato alcoólico do melão de são caetano, a redução nas contagens de ovos foi de 40% e 40% para 30 e 60 dias pós-tratamento, respectivamente (Brito-Junior et al., 2011).

### **2.6.1 Compostos bioativos com potencial anti-helmíntico**

Os taninos são compostos fenólicos heterogêneos de alto peso molecular, entre 500 e 3000 daltons, que tem a capacidade de formar complexos com proteínas, polissacarídeos (celulose, hemicelulose, pectina, etc.), saponinas, alcaloides, ácidos nucleicos, minerais e outras macromoléculas. Esses complexos podem ser reversíveis ou não (Frutos et al., 2004; Haslam, 1998).

Os taninos são compostos secundários presentes em diversas plantas e agem na defesa contra predadores e doenças (Pais, 1998; Takechi et al., 1985). De acordo com sua estrutura e propriedade química, os taninos podem ser classificados em taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis podem ser facilmente hidrolisados quimicamente ou por enzimas (Lotfi, 2020).

Os taninos condensados são polifenóis de alto peso molecular, polímeros de flavonoides encontrados em várias espécies de plantas, estando relacionados com a sobrevivência delas (Huang et al., 2018). Possuem ligações por pontes carbono-carbono ou carbono-oxigênio-carbono, sendo mais resistentes que os taninos hidrolisáveis (Haslam, 1998). São subdivididos em catequinas e proantocianidinas, sendo a segunda as mais largamente distribuídas.

Um estudo em que se objetivou avaliar in vitro e in vivo a eficácia anti-helmíntica do extrato aquoso da casca de pequi no controle de nematoides gastrintestinais de ovinos observou na análise fitoquímica a presença de taninos condensados, flavonoides, saponinas, xantonas, catequinas, esteroides e fenóis. A atividade anti-helmíntica efetiva nos testes in vitro pode ser observada em extratos aquosos com concentração igual ou maior que 7,35 mg/mL para a eclosão dos ovos e 40 mg/mL para a inibição do desenvolvimento larvar. Não foi observada alta

efetividade nos testes *in vivo*, apesar de ter sido observada uma redução nas contagens de ovos nas fezes comparados com o grupo controle. Portanto, a efetividade da atividade anti-helmíntica pode variar de acordo com a biodisponibilidade dos compostos no trato gastrintestinal dos animais e com a especificidade da espécie. Neste estudo, a atividade do extrato pode ser relacionada com compostos fenólicos presentes, especialmente taninos condensados, por conta da sua capacidade de mudar as propriedades químicas e físicas do nematoide (Nogueira et al., 2012).

Os flavonoides são subdivididos em 14 classes e essa classificação depende das variações na substituição do anel C e do seu nível de oxidação. Sua estrutura consiste em dois anéis aromáticos, A e B, unidos por três carbonos que formam um anel aromático heterocíclico (Miranda, 2019; Ribeiro, 2016). São pigmentos vegetais responsáveis pelas colorações vermelhas, azul e roxo das plantas e desempenham diversas funções como proteção contra raios ultravioletas, ação repelente contra insetos, fungos, vírus e bactérias (Mello et al., 1999). Como fitomedicamento, possui ações como antioxidante, antiinflamatório, antimicrobiana, citotóxica, antitumoral, antiaterosclerótico e imunomodulatório (Cardoso, 2021; S. M. C. Gomes et al., 2016; Karak, 2019).

Em uma revisão sistemática em que o objetivo foi avaliar o efeito anti-helmíntico de diferentes extratos vegetais contendo flavonoides, pode-se observar diferentes formas de tratamento e ação dos bioativos que compõem as plantas. Ao agir no combate ao helminto, foram observadas alterações morfológicas como danos na cutícula e alterações gastrintestinais, aumento do vazamento de proteínas do parasito para o meio, redução da fertilidade, entre outros, além da inibição da eclosão de larvas a partir do tratamento dos ovos, alteração na motilidade e do desenvolvimento das larvas, diminuição da sobrevivência das larvas e adultos em tratamento *in vitro* e diminuição da recuperação de ovos nas fezes após tratamento *in vivo* (Gonçalves et al., 2023).

São moléculas compostas por açúcar e aglicona, ligadas por interações glicosídicas. A estrutura da aglicona tem alta variabilidade, aumentando a complexidade das saponinas. É classificada em saponinas esteroidais e saponinas triterpênicas (Mello et al., 1999; Sidana et al., 2016).

Os compostos saponínicos podem ter atividades biológicas como antibacteriana, antifúngica, antiviral, anti-carcinogênica e citotóxica e anti-helmíntica (Bonifácio et al., 2015; Botura et al., 2013; Chen et al., 2015; Doughari and Sunday, 2008; Francis et al., 2002). Sobre nematoides de caprinos, a fração de saponinas de *Ziziphus joazeiro* em um estudo in vitro inibiram a eclosão de ovos (D. C. Gomes et al., 2016) e a fração saponinica de *Agave sisalana* (sisal) obtiveram 64% de eficácia sobre larvas L3 (Botura et al., 2013). A atividade das saponinas pode variar de acordo com as fases de desenvolvimento dos nematoides, por conta da sua morfologia complexa e distinta, e por conta da presença de lipídios e proteínas na membrana destes organismos (Doligalska et al., 2011; Kotze, 2012).

As sementes de *M. oleifera* têm se mostrado potencial antiparasitário, com atividade ovicida e larvicida em estudos in vitro, principalmente contra o *H. contortus*. Isso se deve a ampla diversidade de metabólitos bioativos presente nas sementes de moringa, como glicosídeos tiocarbamatos, ácidos graxos, esfingolipídeos, ésteres e amidas graxas. Esses compostos podem agir de forma sinérgica sobre diferentes estruturas e processos fisiológicos dos helmintos gastrintestinais (Cabardo and Portugaliza, 2017a).

Dentre os principais compostos bioativos presentes na moringa, estão os glicosídeos tiocarbamatos e seus derivados isotiocianatos. Apresentam elevada reatividade química e pode interagir com grupos sulfidríla de proteínas parasitárias, promovendo desnaturação proteica, inibição enzimática e aumento do estresse oxidativo celular. Consequentemente, compromete funções metabólicas essenciais dos helmintos, como a produção energética, desenvolvimento larval e sobrevivência do parasito. Há também um potencial de interferência em enzimas digestivas e estruturais dos nematoides, o que favorece alterações fisiológicas incompatíveis com sua manutenção no hospedeiro (Medeiros et al., 2020).

Compostos isotiocianatos e tiocarbamatos derivados de *M. oleifera* podem interferir na cadeia transportadora de elétrons mitocondrial, reduzindo a eficiência da fosforilação oxidativa e comprometendo a síntese de ATP. A reação de compostos sulfurados com proteínas mitocondriais pode afetar a respiração mitocondrial, promovendo um desacoplamento parcial da fosforilação oxidativa, redução do

potencial de membrana mitocondrial e comprometimento da homeostase energética celular (Bennett et al., 2003; Folbergrová et al., 2023; Leone et al., 2016).

Os glicosídeos tiocarbamatos estão presentes em espécies da família Brassicaceae, como *Brassica juncea* e *Brassica nigra*. Essas plantas são tradicionalmente associadas a atividades antiparasitárias e antimicrobianas devido à elevada concentração de glucosinolatos e seus derivados isotiocianatos. São compostos altamente reativos, podem interagir com proteínas e enzimas essenciais dos helmintos. Assim, promove desnaturação proteica, estresse oxidativo e comprometimento do metabolismo energético (Lopez-Rodriguez et al., 2020).

A niazimicina, composto sulfurado presente na *M. oleifera* possui propriedades biológicas, incluindo atividades antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral, antimicrobiana e potencial ação antiparasitária. Esses efeitos podem estar relacionados à sua capacidade de interferir em processos enzimáticos e metabólicos celular, especialmente mecanismo associados à respiração mitocondrial e ao equilíbrio oxidativo celular (J. W. Fahey, 2005; Folbergrová et al., 2023).

Em diferentes estudos, também foram encontrados nas sementes de moringa ácidos graxo, ésteres graxos e amidas graxas, sendo predominante o ácido oleico, ácido palmítico, ésteres lipídicos e outros compostos graxos bioativos. Esse perfil fitoquímico sugere um importante potencial antiparasitário, principalmente contra helmintos gastrintestinais. Apresentam caráter lipofílico e elevada capacidade de interação com membranas biológicas e pode comprometer estruturas celulares essenciais dos parasitos (Leone et al., 2016).

A cutícula dos helmintos é uma estrutura lipoproteica especializada, responsável pela proteção contra métodos de defesa químicas, digestivas e imunológicas do hospedeiro. Tendo um caráter anfifílico, a principal hipótese para a ação anti-helmíntica dos compostos graxos pode envolver diretamente uma ação com a cutícula e as membranas celulares dos nematoides. Se inserem na bicamada lipídica das membranas celulares dos nematoides, promovendo alterações na fluidez e permeabilidade, favorecendo perda de íons, desorganização osmótica, resultando em homeostase celular e morte do parasito (Ultee et al., 2002).

Os ácidos graxos possuem elevada capacidade de desestabilização de membranas biológicas. O ácido oleico, um dos principais lipídios encontrados nas

sementes de moringa, é conhecido por sua atividade antimicrobiana e capacidade de alterar a integridade de membranas celulares por aumento da permeabilidade e desorganização celular (Anzano et al., 2022; de Sousa et al., 2024; Gu et al., 2020).

Sementes oleaginosas como *Azadirachta indica* e *Ricinus communis*, utilizadas em estudos antiparasitários, possuem alta concentração de ácidos graxos e compostos lipofílicos bioativos capazes de agir sobre membranas celulares e estruturas tegumentares dos helmintos (Azhar et al., 2022; Berhanu et al., 2025).

Ésteres graxos podem atuar como solventes lipídicos, favorecendo a penetração de compostos bioativos através da cutícula parasitária. Podem potencializar a ação de outros metabólitos, promovendo efeito antiparasitário sinérgico (Wink, 2012).

As amidas graxas possuem potencial atividade neuromoduladora e citotóxica sobre organismos parasitários. As amidas derivadas de ácidos graxos podem interferir em canais iônicos e mecanismos de sinalização celular, promovendo alterações neuromusculares e redução da motilidade parasitária (Dembitsky, 2022; Ezzili et al., 2010).

Os esfingolipídios possuem importante função estrutural e sinalizadora em membranas biológicas e pode atuar na modulação de vias relacionadas à apoptose e ao equilíbrio celular. Esses processos podem resultar em uma desorganização fisiológica e morte celular programada dos helmintos (Patwardhan et al., 2016).

Ácidos graxos, esfingolipídios e amidas graxas presentes em plantas como *Chenopodium ambrosioides* e *Artemisia annua* estão associados à desregulação da homeostase celular e interferência em vias de sinalização relacionadas à sobrevivência do parasito. Especificamente os esfingolipídios podem agir sobre processos apoptóticos e estabilidade de membranas, enquanto amidas graxas podem interferir em canais iônicos e neurotransmissão dos helmintos, reduzindo motilidade e capacidade de fixação no trato gastrintestinal (Castagna et al., 2021; Cruz-Estupiñan et al., 2025; Drioua et al., 2024; Tanvir et al., 2018).

A integridade da cutícula e da musculatura é essencial para helmintos gastrintestinais por conta da hematofagia, motilidade e resistência às condições adversas do trato digestório. Os compostos lipofílicos podem causar alterações que

reduzam significativamente a viabilidade dos ovos, desenvolvimento larval e sobrevivência dos helmintos (Page et al., 2014).

Lectinas e proteínas solúveis em sementes de leguminosas, como *Leucaena leucocephala* e *Acacia* spp. e em sementes oleaginosas como a *M. oleifera*, são compostos também utilizados no controle parasitário (Widaad et al., 2022; Zabré et al., n.d.). As lectinas solúveis das sementes de moringa foram capazes de interferir diretamente na eclosão de ovos e no desenvolvimento larval de nematoides gastrintestinais, além de alterar a atividade de enzimas proteolíticas nas larvas. É observado dano estrutural importante em ovos de nematoides expostos às proteínas exsudadas das sementes, sugerindo ação direta sobre estruturas embrionárias e tegumentares (Medeiros et al., 2020; Sousa et al., 2020).

Em extrato aquoso das folhas de *M. oleifera*, em que se observou mais de 50% de inibição na eclosão de ovos de nematoides gastrintestinais de ovinos, sugere-se que esse efeito ocorreu pela presença de metabólitos com propriedades antiparasitárias como taninos, terpenos, flavonoides e lectinas. Esses compostos também estão presentes em extratos das sementes de moringa (Puerto Abreu et al., 2014; Santos et al., n.d.).

## **2.7 *M. oleifera* e composição fitoquímica**

A *M. oleifera*, planta nativa da Índia e atualmente amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, sendo assim bem adaptada ao Brasil. Destaca-se por seu potencial produtivo mesmo em períodos de menor disponibilidade hídrica, quando manejada corretamente (Hodas et al., 2021).

Nas sementes, estão presentes diversos compostos bioativos incluindo flavonoides (catequinas, quercetina e kaempferol), ácidos fenólicos (gálico, elágico e cafeico), alcaloides, glucosinolatos, isotiocianatos, taninos e saponinas (Leone et al., 2016; Saini et al., 2016). Esses compostos estão associados a propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antiparasitárias, conferindo relevância medicinal à espécie. Além disso, as sementes são ricas em lipídeos, proteínas e carboidratos, sendo de interesse nutracêutico (Dzuvor et al., 2022).

Diante da necessidade de estratégias alternativas para o controle de nematoides gastrintestinais em pequenos ruminantes, em destaque o *H. contortus*,

responsável por prejuízos econômicos significativos na ovinocultura e por elevados índices de resistência anti-helmíntica, a utilização de plantas com atividade biológica comprovada surge como abordagem promissora para integrar programas de controle sustentável (Hoste et al., 2015; Vieira, 2008b).

Os compostos bioativos estão associados a propriedades antioxidantes e antiparasitárias, podendo atuar por diferentes mecanismos sobre o parasito, como interferência na eclosão de ovos, no desenvolvimento larval e na viabilidade de helmintos adultos (Hoste et al., 2006b; Wink, 2012). Estudos *in vitro* indicam potencial ovicida e larvicida dos extratos das sementes, sugerindo possível aplicação no controle de *H. contortus*. Entretanto, a composição fitoquímica varia conforme o solvente de extração, o que pode influenciar a eficácia biológica e reforça a necessidade de investigações *in vivo* que avaliem não apenas a atividade antiparasitária, mas também os impactos produtivos nos animais.

Ao testar extratos aquoso e etanólico das sementes de *M. oleifera* para atividade *in vitro* ovicida e larvicida contra o *H. contortus* (Cabardo and Portugaliza, 2017b), foi possível observar efetividade dos dois extratos. No teste ovicida, quanto maior a dose, maior a eficácia tanto do extrato aquoso quanto do etanólico. Para a atividade larvicida, foi possível observar o mesmo padrão para o extrato etanólico. O extrato aquoso, apesar de efetivo, não seguiu o mesmo padrão. No teste fitoquímico, foram identificados os metabólitos secundários taninos e saponinas nos dois extratos. Esses compostos são apontados com atividades anti-helmínticas em estudos com plantas medicinais (Akhtar et al., 2000; Anthony et al., 2005).

## **2.8 Efeito de compostos bioativos nas características de carcaças e qualidade de carne**

A dieta fornecida aos animais influencia na produção e nas características gerais da carne. Isso pode ser significativo de acordo com o tipo e a quantidade de alimento fornecido, níveis nutricionais e energéticos. Os efeitos podem ser percebidos no grau de acabamento das características da carcaça e carnes (Madruça et al., 2005; Melo et al., 2014).

Em um estudo em que foi avaliado o desempenho produtivo e a viabilidade econômica de diferentes dietas na terminação de ovinos, observou-se que houve

efeito do tratamento sobre o consumo de matéria seca, consumo de proteína bruta e consumo de fibra em detergente neutro mas não foram observadas influências no rendimento de carcaça quente e fria (Parente et al., 2009).

Para determinar efeitos dos níveis crescentes do feno de maniçoba sobre o consumo de diferentes nutrientes e desempenho produtivo, foram fornecidas dietas com diferentes níveis de volumoso (30, 40, 50, 60 e 70%). Notou-se que os consumos de matéria seca, carboidratos totais e fibra em detergente neutro, em g/dia, %PV e g/kg, aumentaram linearmente com o aumento do nível de volumosos na ração, enquanto o nível de consumo de nutrientes digestíveis totais decresceu linearmente (Melo et al., 2017).

Compostos bioativos da *M. oleifera* podem atuar como modeladores da fermentação ruminal, favorecendo maior eficiência de utilização de nutrientes e melhor desempenho animal. Estudos demonstraram que extratos de moringa foram capazes de melhorar digestibilidade, perfil fermentativo ruminal e aproveitamento energético em cordeiros, possivelmente devido à ação de metabólitos secundários sobre populações microbianas do rúmen (Nehra et al., 2024).

A biohidrogenação ruminal pode ser alterada por compostos lipofílicos, como ácidos e ésteres graxos, modulando a composição lipídica da carne, contribuindo para o aumento de ácidos graxos insaturados benéficos à saúde humana (Preez et al., 2023; Souza and Ribeiro, 2021). Em estudos avaliando extratos de *M. oleifera* em dietas de cordeiros foi possível observar melhorias na composição da carne em relação a ácidos graxos, com o aumento da proporção de ácidos graxos monoinsaturados e melhor relação entre ácidos graxos insaturados e saturados. Sugere-se que a presença de compostos antioxidantes e lipídeos bioativos causam esse efeito por conta da redução da oxidação lipídica, modificando o metabolismo de gordura no rúmen e nos tecidos musculares (Nkukwana et al., 2014; Webb et al., 2022).

Compostos com potencial antioxidante como glucosinalatos, isotiocianatos e compostos fenólicos, que estão presentes na moringa, podem reduzir estresse oxidativo em animais de produção, favorecendo melhor estabilidade oxidativa da carne e preservação da qualidade do produto final (Ali and Khatun, 2025; Ferreira et al., 2008; Jiang et al., 2023). O desempenho zootécnico pode ser melhorado como

consequência da redução de processos inflamatórios e melhoria da eficiência metabólica dos animais (Mohai Ud Din et al., 2025).

Tanto a composição nutricional quanto a ação de compostos bioativos presentes em silagem de *M. oleifera* podem estar associadas a melhoria da maciez da carne de cordeiros Assaf (Cohen-Zinder et al., 2017). Os autores observaram redução da gordura intramuscular e aumento do comprimento dos sarcômeros musculares, resultando em carne mais macia e com melhor qualidade sensorial.

O alto teor proteico e composição lipídica das sementes de moringa contribui para a melhoria da eficiência alimentar e desempenho produtivo. Ao utilizar farelo desengordurado de sementes de moringa, foi observada uma tendência de melhora do ganho de peso e no aproveitamento nitrogenado em cordeiros (Ben Salem and Makkar, 2009).

### 3 REFERÊNCIAS

Abdalla, H.A.M., Ali, M., Amar, M.H., Chen, L., Wang, Q.-F., Abdalla, H.A.M., Ali, M., Amar, M.H., Chen, L., Wang, Q.-F., 2022. Characterization of Phytochemical and Nutrient Compounds from the Leaves and Seeds of *M. oleifera* and *Moringa peregrina*. *Horticulturae* 8. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111081>

Abou El-Soud, N., 2010. Herbal medicine in ancient Egypt. *Journal of Medicinal Plants Research* 4, 82–86.

Ademola, I.O., Fagbemi, B.O., Idowu, S.O., 2009. Bioseparation and activity of *Khaya senegalensis* fractions against infective larvae of *H. contortus*. *Veterinary Parasitology* 165, 170–174. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.06.029>

Ahmed, M., Laing, M.D., Nsahlai, I.V., 2013. In vitro anthelmintic activity of crude extracts of selected medicinal plants against *H. contortus* from sheep. *J Helminthol* 87, 174–179. <https://doi.org/10.1017/S0022149X1200020X>

Akhtar, M.S., Iqbal, Z., Khan, M.N., Lateef, M., 2000. Anthelmintic activity of medicinal plants with particular reference to their use in animals in the Indo–Pakistan subcontinent. *Small Ruminant Research* 38, 99–107. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00163-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00163-2)

Ali, Md.Y., Khatun, A., 2025. Moringa as a Natural Feed Supplement for Livestock: Impact on Growth Performance, Milk and Meat Production, Semen Quality and Hormonal Regulation. *Journal of Animal Health and Production* 13, 738–753. <https://doi.org/10.17582/journal.jahp/2025/13.3.738.753>

Alves, A.M. de J.T., Oliveira, L.L. dos S., Silva, G.L.S., Dornelas, M.E.O., D'Angelo, M.F.S.V., Oliveira, D.F. de, Lima, W. dos S., Pereira, C.A. de J., Silva, F.V. e, 2024. The effect of *Momordica charantia* extract on sheep infected with *H. contortus*. *Research in Veterinary Science* 180, 105401. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105401>

Amarante, A.F.T. do, Ragozo, A.M.A., Silva, B.F. da, 2014. Os parasitas de ovinos.

Angulo-Cubillán, F.J., García-Coiradas, L., Cuquerella, M., de la Fuente, C., Alunda, J.M., 2007. *H. contortus*-Sheep relationship: A review. *Revista Científica* 17, 577–587.

Anthony, J.-P., Fyfe, L., Smith, H., 2005. Plant active components – a resource for antiparasitic agents? *Trends in Parasitology* 21, 462–468. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2005.08.004>

Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., Gilani, A.H., 2007. *M. oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother Res* 21, 17–25. <https://doi.org/10.1002/ptr.2023>

Anzano, A., de Falco, B., Ammar, M., Ricciardelli, A., Grauso, L., Sabbah, M., Capparelli, R., Lanzotti, V., 2022. Chemical Analysis and Antimicrobial Activity of *M. oleifera* Lam. Leaves and Seeds. *Molecules* 27, 8920. <https://doi.org/10.3390/molecules27248920>

Athanasiadou, S., Houdijk, J., Kyriazakis, I., 2008. Exploiting synergisms and interactions in the nutritional approaches to parasite control in sheep production systems. *Small Ruminant Research, Special Issue: Current Issues in Sheep Health and Welfare* 76, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.016>

Azhar, R., Mahmood, M.S., Rao, Z.A., Ali, S., Mian, A.H., Rizwan, A., 2022. Anthelmintic activity of *M. oleifera* and *Azadirachta indica* against gastrointestinal nematodes of wild sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 73, 3989–3996. <https://doi.org/10.12681/jhvms.25876>

Bassetto, C.C., Albuquerque, A.C.A., Lins, J.G.G., Marinho-Silva, N.M., Chocobar, M.L.E., Bello, H.J.S., Mena, M.O., Niciura, S.C.M., Amarante, A.F.T., Chagas, A.C.S., 2024. Revisiting anthelmintic resistance in sheep flocks from São Paulo State, Brazil. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 24, 100527. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2024.100527>

Batista, L.F., Oliveira, L.L.D.S., Silva, F.V.E., Lima, W.D.S., Pereira, C.A. de J., Rocha, R.H.F., Santos, I.S., Dias Júnior, J.A., Alves, C.A., 2023. Anthelmintic resistance in sheep in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 37, 100821. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100821>

Beleckė, A., Kupčinskas, T., Stadalienė, I., Höglund, J., Thamsborg, S.M., Stuen, S., Petkevičius, S., 2021. Anthelmintic resistance in small ruminants in the Nordic-Baltic region. *Acta Vet Scand* 63, 18. <https://doi.org/10.1186/s13028-021-00583-1>

Ben Salem, H., Makkar, H.P.S., 2009. Defatted *M. oleifera* seed meal as a feed additive for sheep. *Animal Feed Science and Technology* 150, 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.07.007>

Bennett, R.N., Mellon, F.A., Foidl, N., Pratt, J.H., Dupont, M.S., Perkins, L., Kroon, P.A., 2003. Profiling glucosinolates and phenolics in vegetative and reproductive tissues of the multi-purpose trees *M. oleifera* L. (horseradish tree) and *Moringa stenopetala* L. *J Agric Food Chem* 51, 3546–3553. <https://doi.org/10.1021/jf0211480>

Berhanu, T., Tewelde, E., Yeshak, M.Y., Bisrat, D., Asres, K., 2025. Anthelmintic Potential and In Silico Studies of Ricinoleic Acid from the Seed Oil of *Ricinus communis* L. *International Journal of Molecular Sciences* 26, 1636. <https://doi.org/10.3390/ijms26041636>

Besier, R.B., Kahn, L.P., Sargison, N.D., Van Wyk, J.A., 2016a. Chapter Four - The Pathophysiology, Ecology and Epidemiology of *H. contortus* Infection in Small Ruminants, in: Gasser, R.B., Samson-Himmelstjerna, G.V. (Eds.), *Advances in Parasitology*. Academic Press, pp. 95–143. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.022>

Besier, R.B., Kahn, L.P., Sargison, N.D., Van Wyk, J.A., 2016b. Chapter Six - Diagnosis, Treatment and Management of *H. contortus* in Small Ruminants, in: Gasser, R.B., Samson-Himmelstjerna, G.V. (Eds.), *Advances in Parasitology*. Academic Press, pp. 181–238. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.024>

Bizimenyera, E.S., Githiori, J.B., Eloff, J.N., Swan, G.E., 2006. *In vitro* activity of *Peltophorum africanum* Sond. (Fabaceae) extracts on the egg hatching and larval development of the parasitic nematode *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology* 142, 336–343. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.06.013>

Bonifácio, B.V., Ramos, M.A. dos S., da Silva, P.B., Negri, K.M.S., de Oliveira Lopes, É., de Souza, L.P., Vilegas, W., Pavan, F.R., Chorilli, M., Bauab, T.M., 2015. Nanostructured lipid system as a strategy to improve the anti-Candida albicans activity of Astronium sp. *Int J Nanomedicine* 10, 5081–5092. <https://doi.org/10.2147/IJN.S79684>

Borges, D.G.L., 2014. Testes in vitro com plantas coletadas no Pantanal sul-matogrossense sobre *Haemonchus placei* (NEMATODA: TRICHOSTRONGYLIDAE). In vitro test with extract of plants collected in Pantanal of Mato Grosso do Sul on *Haemonchus placei* ( Nematoda : Trichostrongylidae ).

Bosqueiro, A.L.D., 1996. Metabólitos secundários em plantas. *Ciência & Educação* 02, 91–96.

Botura, M.B., dos Santos, J.D.G., da Silva, G.D., de Lima, H.G., de Oliveira, J.V.A., de Almeida, M.A.O., Batatinha, M.J.M., Branco, A., 2013. In vitro ovicidal and larvicidal activity of *Agave sisalana* Perr. (sisal) on gastrointestinal nematodes of goats. *Vet Parasitol* 192, 211–217. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.10.012>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Brito-Junior, L. de, Silva, M.L.C.R., Lima, F.H. de, Athayde, A.C.R., Silva, W.W., Rodrigues, O.G., 2011. Estudo comparativo da ação anti-helmíntica da batata de purga (*Operculina hamiltonii*) e do melão de são caetano (*Mormodica charantia*) em caprinos (*Capra hircus*) naturalmente infectados. *Ciênc. agrotec.* 35, 797–802. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400020>

Cabardo, D.E., Portugaliza, H.P., 2017a. Anthelmintic activity of *M. oleifera* seed aqueous and ethanolic extracts against *H. contortus* eggs and third stage larvae. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* 5, 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.02.001>

Cabardo, D.E., Portugaliza, H.P., 2017b. Anthelmintic activity of *M. oleifera* seed aqueous and ethanolic extracts against *H. contortus* eggs and third stage larvae. *Int J Vet Sci Med* 5, 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.02.001>

Cardoso, D.S. dos S., 2021. Compostos bioativos em bacaba e pupunha: uma revisão.

Castagna, F., Piras, C., Palma, E., Musolino, V., Lupia, C., Bosco, A., Rinaldi, L., Cringoli, G., Musella, V., Britti, D., Castagna, F., Piras, C., Palma, E., Musolino, V., Lupia, C., Bosco, A., Rinaldi, L., Cringoli, G., Musella, V., Britti, D., 2021. Green Veterinary Pharmacology Applied to Parasite Control: Evaluation of *Punica granatum*, *Artemisia campestris*, *Salix caprea* Aqueous Macerates against Gastrointestinal Nematodes of Sheep. *Veterinary Sciences* 8. <https://doi.org/10.3390/vetsci8100237>

Cezar, A.S., Catto, J.B., Bianchin, I., 2008. Controle alternativo de nematódeos gastrintestinais dos ruminantes: atualidade e perspectivas. *Cienc. Rural* 38, 2083–2091. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000700048>

Chagas, A., 2004. Controle de parasitas utilizando extratos vegetais. *Rev Bras Parasitol Vet* 13, 156–160.

Chagas, A.C.S., 2015. Medicinal plant extracts and nematode control. *CABI Reviews* 2015, 1–8. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201510008>

Chen, L., Gao, X., Zhao, S., Hu, W., Chen, J., 2015. The Small-Molecule TrkB Agonist 7, 8-Dihydroxyflavone Decreases Hippocampal Newborn Neuron Death After Traumatic Brain Injury. *J Neuropathol Exp Neurol* 74, 557–567. <https://doi.org/10.1097/NEN.0000000000000199>

Cohen-Zinder, M., Orlov, A., Trofimiyuk, O., Agmon, R., Kabiya, R., Shor-Shimoni, E., Wagner, E.K., Hussey, K., Leibovich, H., Miron, J., Shabtay, A., 2017. Dietary supplementation of *M. oleifera* silage increases meat tenderness of Assaf lambs. *Small Ruminant Research* 151, 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.04.021>

Costa, L.B., Berenchtein, B., Almeida, V.V., Tse, M.L.P., Braz, D.B., Andrade, C., Mourão, G.B., Miyada, V.S., 2011. Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de

crescimento de leitões desmamados. *Archivos de Zootecnia* 60, 687–698.  
<https://doi.org/10.4321/S0004-05922011000300056>

Costa, V.M.M., Simões, S.V.D., Riet-Correa, F., 2011. Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.* 31, 65–71. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011000100010>

Cruz-Estupiñan, S.E., Higuera-Piedrahita, R.I., Bulla-Castañeda, D.M., Ballesteros-Ricaurte, J.A., Pulido-Medellin, M.O., 2025. Artemisia, a Promising Tool for Integrated Parasite Control. *J Parasitol Res* 2025, 9987439. <https://doi.org/10.1155/japr/9987439>

Dargie, J.D., Allonby, E.W., 1975a. Pathophysiology of single and challenge infections of *H. contortus* in Merino sheep: Studies on red cell kinetics and the “self-cure” phenomenon. *International Journal for Parasitology* 5, 147–157.  
[https://doi.org/10.1016/0020-7519\(75\)90021-1](https://doi.org/10.1016/0020-7519(75)90021-1)

Dargie, J.D., Allonby, E.W., 1975b. Pathophysiology of single and challenge infections of *H. contortus* in Merino sheep: Studies on red cell kinetics and the “self-cure” phenomenon. *International Journal for Parasitology* 5, 147–157.  
[https://doi.org/10.1016/0020-7519\(75\)90021-1](https://doi.org/10.1016/0020-7519(75)90021-1)

de Sousa, E.O., Brito, A. dos S., Feitoza, D.M.A., Ribeiro, A. de A., Tavares, V.H.N.D., Costa, M.G.M., Nobre, C. de A., Oliveira-Tintino, C.D. de M., Borges, J.A. de O., de Araújo, G.A., Moura, T.F., de Lima, J.P.M., Florencio, S.G.L., Coutinho, H.D.M., de Menezes, I.R.A., Tintino, S.R., 2024. Chemical analysis of *M. oleifera* (Moringaceae) seed oil and potentiation of antibiotic activity against standard and multidrug-resistant bacterial strains. *Food Chemistry Advances* 5, 100765.  
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100765>

Dembitsky, V.M., 2022. Microbiological Aspects of Unique, Rare, and Unusual Fatty Acids Derived from Natural Amides and Their Pharmacological Profile. *Microbiology Research* 13, 377–417. <https://doi.org/10.3390/microbiolres13030030>

Doligalska, M., Józwicka, K., Kiersnowska, M., Mroczek, A., Pączkowski, C., Janiszowska, W., 2011. Triterpenoid saponins affect the function of P-glycoprotein and reduce the

survival of the free-living stages of *Heligmosomoides bakeri*. *Vet Parasitol* 179, 144–151. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.01.053>

Doughari, J.H., Sunday, D., 2008. Antibacterial Activity of *Phyllanthus muellerianus*. *Pharmaceutical Biology* 46, 400–405. <https://doi.org/10.1080/13880200802055842>

Drioua, S., Ameggouz, M., Assouguem, A., Kara, M., Ullah, R., Bari, A., Lahlali, R., Fidan, H., El-Guourrami, O., Benkhoulil, F.Z., Maamar, Y., Benzeid, H., Doukkali, A., 2024. Comprehensive phytochemical and toxicological analysis of *Chenopodium ambrosioides* (L.) fractions. *Open Life Sci* 19, 20220895. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0895>

Duarte, E.R., Silva, R.B., Vasconcelos, V.O., Nogueira, F.A., Oliveira, N.J.F., 2012. Diagnóstico do controle e perfil de sensibilidade de nematódeos de ovinos ao albendazol e ao levamisol no norte de Minas Gerais. *Pesq. Vet. Bras.* 32, 147–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000200010>

Dzuvor, C.K.O., Pan, S., Amanze, C., Amuzu, P., Asakiya, C., Kubi, F., 2022. Bioactive components from *M. oleifera* seeds: production, functionalities and applications – a critical review. *Critical Reviews in Biotechnology* 42, 271–293. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1931804>

Elghandour, M.M.M.Y., Maggiolino, A., Vázquez-Mendoza, P., Alvarado-Ramírez, E.R., Cedillo-Monroy, J., De Palo, P., Salem, A.Z.M., 2023. *M. oleifera* as a Natural Alternative for the Control of Gastrointestinal Parasites in Equines: A Review. *Plants* 12, 1921. <https://doi.org/10.3390/plants12091921>

El-Sayed, N.M., Fathy, G.M., n.d. Prophylactic and Therapeutic Treatments' Effect of *M. oleifera* Methanol Extract on *Cryptosporidium* Infection in Immunosuppressed Mice. <http://www.eurekaselect.com>.

Esteban-Ballesteros, M., Rojo-Vázquez, F.A., Skuce, P.J., Melville, L., González-Lanza, C., Martínez-Valladares, M., 2017. Quantification of resistant alleles in the  $\beta$ -tubulin gene of field strains of gastrointestinal nematodes and their relation with the faecal egg count reduction test. *BMC Vet Res* 13, 71. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-0992-9>

Ezzili, C., Otrubova, K., Boger, D.L., 2010. Fatty Acid Amide Signaling Molecules. *Bioorg Med Chem Lett* 20, 5959–5968. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2010.08.048>

Fahey, J.W., 2005. *M. oleifera*: a review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. Part 1. *Trees for life Journal* 1, 1–15.

Fahey, M.P., 2005. Speech acts as intercultural danger zones: A cross-cultural comparison of the speech act of apologising in Irish and Chilean soap operas. *J. inc. comm* 5, 1–16. <https://doi.org/10.36923/jicc.v5i1.402>

Ferreira, P.M.P., Farias, D.F., Oliveira, J.T. de A., Carvalho, A. de F.U., 2008. *M. oleifera*: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de Nutrição* 21.

Filho, L.F.C. da C., Yamamura, M.H., 1999. Resistência a anti-helmínticos em ovinos da região de Tamarana, Paraná, Brasil. *Journal of Health Sciences* 1. <https://doi.org/10.17921/2447-8938.1999v1n1p%25p>

Flay, K.J., Hill, F.I., Muguiro, D.H., 2022. A Review: *H. contortus* Infection in Pasture-Based Sheep Production Systems, with a Focus on the Pathogenesis of Anaemia and Changes in Haematological Parameters. *Animals (Basel)* 12, 1238. <https://doi.org/10.3390/ani12101238>

Folbergrová, J., Ješina, P., Otáhal, J., 2023. Protective Effect of Sulforaphane on Oxidative Stress and Mitochondrial Dysfunction Associated with Status Epilepticus in Immature Rats. *Mol Neurobiol* 60, 2024–2035. <https://doi.org/10.1007/s12035-022-03201-x>

Fortes, F.S., Molento, M.B., 2013. Resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes: avanços e limitações para seu diagnóstico. *Pesq. Vet. Bras.* 33, 1391–1402. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013001200001>

Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. *Br J Nutr* 88, 587–605. <https://doi.org/10.1079/BJN2002725>

Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F., Mantecón, A., 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research 2. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>

Ganguly, S., 2013. INDIAN AYURVEDIC AND TRADITIONAL MEDICINAL IMPLICATIONS OF INDIGENOUSLY AVAILABLE PLANTS, HERBS AND FRUITS: A REVIEW. International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy 4.

Gaudin, E., Simon, M., Quijada, J., Schelcher, F., Sutra, J.-F., Lespine, A., Hoste, H., 2016. Efficacy of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) pellets against multi resistant *H. contortus* and interaction with oral ivermectin: Implications for on-farm control. Vet Parasitol 227, 122–129. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.08.002>

Geary, T.G., Sangster, N.C., Thompson, D.P., 1999. Frontiers in anthelmintic pharmacology. Veterinary Parasitology 84, 275–295. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00042-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00042-4)

Gilleard, J.S., 2013. *H. contortus* as a paradigm and model to study anthelmintic drug resistance. Parasitology 140, 1506–1522. <https://doi.org/10.1017/S0031182013001145>

Githiori, J.B., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. Vet Parasitol 139, 308–320. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.04.021>

Gomes, D.C., de Lima, H.G., Vaz, A.V., Santos, N.S., Santos, F.O., Dias, Ê.R., Botura, M.B., Branco, A., Batatinha, M.J.M., 2016. In vitro anthelmintic activity of the Zizyphus joazeiro bark against gastrointestinal nematodes of goats and its cytotoxicity on Vero cells. Vet Parasitol 226, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.06.004>

Gomes, S.M.C., Ghica, M.-E., Rodrigues, I.A., de Souza Gil, E., Oliveira-Brett, A.M., 2016. Flavonoids electrochemical detection in fruit extracts and total antioxidant capacity evaluation. Talanta 154, 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.03.083>

Gonçalves, J.P., Campos, I.S.P. de, Muzitano, M.F., Oliveira-Menezes, A., 2023. Efeito anti-helmíntico de diferentes extratos vegetais contendo flavonoides: uma revisão sistemática. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA 21, 7572–7594. <https://doi.org/10.55905/oelv21n7-097>

Gu, X., Yang, Y., Wang, Z., 2020. Nutritional, phytochemical, antioxidant,  $\alpha$ -glucosidase and  $\alpha$ -amylase inhibitory properties of *M. oleifera* seeds. South African Journal of Botany 133, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.021>

Gutierrez, G., Reines, Hd., Wulf-Gutierrez, M.E., 2004. Clinical review: Hemorrhagic shock. Crit Care 8, 373. <https://doi.org/10.1186/cc2851>

Haslam, E., 1998. Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action.

Heil, M., Baumann, B., Andary, C., Linsenmair, K.E., McKey, D., 2002. Extraction and quantification of “condensed tannins” as a measure of plant anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. Die Naturwissenschaften 89, 519–24. <https://doi.org/10.1007/s00114-002-0366-3>

Hinney, B., Schoiswohl, J., Melville, L., Ameen, V.J., Wille-Piazzai, W., Bauer, K., Joachim, A., Krücken, J., Skuce, P.J., Krametter-Frötscher, R., 2020. High frequency of benzimidazole resistance alleles in trichostrongyloids from Austrian sheep flocks in an alpine transhumance management system. BMC Vet Res 16, 132. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02353-z>

Hodas, F., Zorzenon, M.R.T., Milani, P.G., 2021. *M. oleifera* potential as a functional food and a natural food additive: a biochemical approach. An Acad Bras Cienc 93, e20210571. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120210571>

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., Hoskin, S.O., 2006a. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. Trends Parasitol 22, 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., Hoskin, S.O., 2006b. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol* 22, 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>

Hoste, H., Torres-Acosta, F., Alonso-Díaz, M., Brunet, S., Sandoval-Castro, C., Hounzangbe Adote, M.S., 2008. Identification and validation of bioactive plants for the control of gastrointestinal nematodes in small ruminants. *Tropical biomedicine* 25, 56–72.

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F.J., 2011. Non chemical control of helminths in ruminants: adapting solutions for changing worms in a changing world. *Vet Parasitol* 180, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.035>

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Mueller-Harvey, I., Sotiraki, S., Louvandini, H., Thamsborg, S.M., Terrill, T.H., 2015. Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. *Vet Parasitol* 212, 5–17. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.06.026>

Jackson, F., Coop, R.L., 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology* 120 Suppl, S95-107. <https://doi.org/10.1017/s0031182099005740>

Jiang, X., Yang, J., Zhou, Z., Yu, Lihui, Yu, Lijun, He, J., Zhu, K., Luo, Y., Wang, H., Du, X., Huang, Q., Zhao, C., Liu, Y., Fang, C., 2023. *M. oleifera* leaf improves meat quality by modulating intestinal microbes in white feather broilers. *Food Chemistry: X* 20, 100938. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100938>

Kaminsky, R., Ducray, P., Jung, M., Clover, R., Rufener, L., Bouvier, J., Weber, S.S., Wenger, A., Wieland-Berghausen, S., Goebel, T., Gauvry, N., Pautrat, F., Skripsky, T., Froelich, O., Komoin-Oka, C., Westlund, B., Sluder, A., Mäser, P., 2008. A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature* 452, 176–180. <https://doi.org/10.1038/nature06722>

Karak, P., 2019. BIOLOGICAL ACTIVITIES OF FLAVONOIDS: AN OVERVIEW. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research 10, 1567–1574. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10\(4\).1567-74](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.10(4).1567-74)

Korsor, M., 2017. Anthelmintic Effect of *M. oleifera* leaf Supplement on Gastrointestinal Parasites in Boer Goats 22, 106–125.

Kotze, A.C., 2012. Target-based and whole-worm screening approaches to anthelmintic discovery. Veterinary Parasitology, Special issue: Novel Approaches to the Control of Helminth Parasites of Livestock 186, 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.11.052>

Kotze, A.C., Prichard, R.K., 2016. Chapter Nine - Anthelmintic Resistance in *H. contortus*: History, Mechanisms and Diagnosis, in: Gasser, R.B., Samson-Himmelstjerna, G.V. (Eds.), Advances in Parasitology. Academic Press, pp. 397–428. <https://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.02.012>

Lamb, J., Elliott, T., Chambers, M., Chick, B., 2017. Broad spectrum anthelmintic resistance of *H. contortus* in Northern NSW of Australia. Vet Parasitol 241, 48–51. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.05.008>

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S., 2016. *M. oleifera* Seeds and Oil: Characteristics and Uses for Human Health. Int J Mol Sci 17, 2141. <https://doi.org/10.3390/ijms17122141>

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S., 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *M. oleifera* Leaves: An Overview. Int J Mol Sci 16, 12791–12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>

Linécio, M., Garcia, R.C., Galhardo, D., Oliveira, N.T.E. de, Peixoto, E.C.T. de M., 2022. Extrato alcoólico de própolis no controle de verminoses em ovinos. Research, Society and Development 11, e1711120617–e1711120617. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i1.20617>

Lopez-Rodriguez, N.A., Gaytán-Martínez, M., de la Luz Reyes-Vega, M., Loarca-Piña, G., 2020. Glucosinolates and Isothiocyanates from *M. oleifera*: Chemical and Biological Approaches. *Plant Foods Hum Nutr* 75, 447–457. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00851-x>

Lotfi, R., 2020. A commentary on methodological aspects of hydrolysable tannins metabolism in ruminant: a perspective view. *Lett Appl Microbiol* 71, 466–478. <https://doi.org/10.1111/lam.13346>

Macedo, I.T.F., Bevilaqua, C.M.L., Oliveira, L.M.B. de, Camurça-Vasconcelos, A.L.F., Vieira, L. da S., Amóra, S. dos S.A., 2011. Evaluation of *Eucalyptus citriodora* essential oil on goat gastrointestinal nematodes. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 20, 223–227. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612011000300009>

Madrugá, M.S., Sousa, W.H. de, Rosales, M.D., Cunha, M. das G.G., Ramos, J.L. de F., 2005. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. *R. Bras. Zootec.* 34, 309–315. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100035>

Marie-Magdeleine, C., Udino, L., Philibert, L., Bocage, B., Archimede, H., 2014. In vitro effects of *Musa x paradisiaca* extracts on four developmental stages of *H. contortus*. *Res Vet Sci* 96, 127–132. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.12.004>

Martin, R.J., 1997. Modes of action of anthelmintic drugs. *The Veterinary Journal* 154, 11–34. [https://doi.org/10.1016/S1090-0233\(05\)80005-X](https://doi.org/10.1016/S1090-0233(05)80005-X)

Martin, R.J., Robertson, A.P., Buxton, S.K., Beech, R.N., Charvet, C.L., Neveu, C., 2012. Levamisole receptors: a second awakening. *Trends in Parasitology* 28, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.04.003>

Mavundela, S., Dzemo, W.D., Thekiso, O., 2025. Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes on communally reared sheep farms of the King Sabata Dalindyebo Municipality, South Africa. *Parasitol Res* 124, 86. <https://doi.org/10.1007/s00436-025-08532-x>

Medeiros, M.L.S., Alves, R.R.V., Napoleão, T.H., Paiva, P.M.G., Coelho, L.C.B.B., Bezerra, A.C.D.S., Silva, M.D.C., 2023. Anthelmintic effect of a water soluble *M. oleifera* lectin in rodents experimentally infected with *H. contortus*. *Parasitology International* 92, 102656. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102656>

Medeiros, M.L.S., Alves, R.R.V., Oliveira, B.F., Napoleão, T.H., Paiva, P.M.G., Coelho, L.C.B.B., Bezerra, A.C.D.S., Silva, M.D.C., 2020. *In vitro* effects of *M. oleifera* seed lectins on *H. contortus* in larval and adult stages. *Experimental Parasitology* 218, 108004. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2020.108004>

Mello, J., Simões, C., Schenkel, E., Gosmann, G., Mentz, L., Petrovick, P., 1999. *Farmacognosia da Planta ao Medicamento*.

Melo, D.S., Faria, P.B., Cantarelli, V.S., Rocha, M.F.M., Pinto, A.M.B.G., Ramos, E.M., 2014. Qualidade da carne de suínos com uso de glicerina na alimentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 66, 583–592. <https://doi.org/10.1590/1678-41626204>

Melo, L.R.B., Vilela, V.L.R., Feitosa, T.F., Almeida Neto, J.L., Morais, D.F., 2013. Resistência anti-helmíntica em pequenos ruminantes do semiárido da Paraíba, Brasil. *Ars Veterinaria* 29, 104–108.

Melo, N.Q.C., Moreira-Araújo, R.S. dos R., Araújo, M.A. da M., Rocha, M. de M., 2017. Chemical characterization of green grain before and after thermal processing in biofortified cowpea cultivars. *Caracterização química de grãos verdes crus e após processamento térmico em cultivares biofortificadas de feijão-caupi*.

Mendes, J.P., Tsuzuki, T.T., Ferreira, M.B., Garcia, W.R., Valentim, J.K., Pietramale, R.T.R., 2020. *H. contortus* e Medidas Estratégicas de Controle para Ovinos. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde* 24, 105–110. <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n2p105-110>

Miranda, B.M., 2019. Extração de bioativos da casca de jabuticaba: pectina e antocianinas.

Mohai Ud Din, R., Eman, S., Zafar, M.H., Chong, Z., Saleh, A.A., Husien, H.M., Wang, M., 2025. *M. oleifera* as a multifunctional feed additive: synergistic nutritional and immunomodulatory mechanisms in livestock production. *Front Nutr* 12, 1615349. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1615349>

Molento, M., Van Wyk, J., Coles, G., 2004. Sustainable worm management [5]. *The Veterinary record* 155, 95–6.

Molento, M.B., 2008. Método Famacha: Tratamento seletivo no controle do *H. contortus*. Alternativas de controle da verminose em pequenos ruminantes. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia 25–26.

Molento, M.B., 2005a. Avanços no diagnóstico e controle de helmintoses em capinos. SIMPAC, I Simpósio Paulista de Caprinocultura (SIMPAC). Multipress, Jaboticabal 101–110.

Molento, M.B., 2005b. Resistência parasitária em helmintos de eqüídeos e propostas de manejo. *Cienc. Rural* 35, 1469–1477. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600041>

Molento, M.B., Fortes, F.S., Pondelek, D.A.S., Borges, F. de A., Chagas, A.C. de S., Torres-Acosta, J.F. de J., Geldhof, P., 2011. Challenges of nematode control in ruminants: Focus on Latin America. *Veterinary Parasitology, Special Issue: Towards good management practises in parasite control* 180, 126–132. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.05.033>

Muchiut, S.M., Fernández, A.S., Steffan, P.E., Riva, E., Fiel, C.A., 2018. Anthelmintic resistance: Management of parasite refugia for *H. contortus* through the replacement of resistant with susceptible populations. *Veterinary Parasitology* 254, 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2018.03.004>

Naeem, M., Iqbal, Z., Roohi, N., 2020. Ovine haemonchosis: a review. *Trop Anim Health Prod* 53, 19. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02439-8>

Naigamwalla, D.Z., Webb, J.A., Giger, U., 2012. Iron deficiency anemia. *Can Vet J* 53, 250–256.

Nehra, C., Harshini, V., Shukla, N., Chavda, P., Savaliya, K., Patil, S., Shah, T., Pandit, R., Patil, N.V., Patel, A.K., Kachhawaha, S., Kumawat, R.N., Joshi, M., Joshi, C.G., 2024. Moringa leaf meal exerts growth benefits in small ruminants through modulating the gastrointestinal microbiome. *Appl Microbiol Biotechnol* 108, 438. <https://doi.org/10.1007/s00253-024-13265-5>

Nery, P.S., Duarte, E.R., Martins, E.R., 2009. Eficácia de plantas para o controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes: revisão de estudos publicados. *Rev. bras. plantas med.* 11, 330–338. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-05722009000300016>

Nkukwana, T.T., Muchenje, V., Masika, P.J., Hoffman, L.C., Dzama, K., Descalzo, A.M., 2014. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *M. oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. *Food Chemistry* 142, 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.059>

Nogueira, F.A., Fonseca, L.D., da Silva, R.B., de Paiva Ferreira, A.V., Nery, P.S., Geraseev, L.C., Duarte, E.R., 2012. In vitro and in vivo efficacy of aqueous extract of *Caryocar brasiliense* Camb. to control gastrointestinal nematodes in sheep. *Parasitol Res* 111, 325–330. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-2843-8>

Oliveira, P.A. de, Riet-Correa, B., Estima-Silva, P., Coelho, A.C.B., Santos, B.L. dos, Costa, M.A.P., Ruas, J.L., Schild, A.L., 2017. Multiple anthelmintic resistance in Southern Brazil sheep flocks. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*.

Page, A.P., Stepek, G., Winter, A.D., Pertab, D., 2014. Enzymology of the nematode cuticle: A potential drug target? *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 4, 133–141. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2014.05.003>

Pais, M.P., 1998. Valor Nutritivo e Investimento em Defesas em Folhas de *Didymopanax vinosum* E. March. e sua Relação com a Herbivoria em Três Fisionomias

de Cerrado. (dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.59.1998.tde-13032005-181922>

Paliwal, R., Sharma, V., n.d. Pracheta (2011a) A review of Horse Radish Tree (*M. oleifera*): a multiple purpose tree with high economic and commercial importance. Asian J Biotechnol (Knowledge Review Malasia) 3, 1–14.

Parente, H.N., Machado, T.M.M., Carvalho, F.C., Garcia, R., Rogério, M.C.P., Barros, N.N.N., Zanine, A.M., 2009. Desempenho produtivo de ovinos em confinamento alimentados com diferentes dietas. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 61, 460–466. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000200025>

Patwardhan, G.A., Beverly, L.J., Siskind, L.J., 2016. Sphingolipids and mitochondrial apoptosis. J Bioenerg Biomembr 48, 153–168. <https://doi.org/10.1007/s10863-015-9602-3>

Peron, A.P., Marcos, M.C., Cardoso, S.C., Vicentini, V.E.P., 2008. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL CITOTÓXICO DOS CHÁS DE *Camellia sinensis* L. E *Cassia angustifolia* Vahl EM SISTEMA TESTE VEGETAL. Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR 12.

Preez, D.A.D., Akanmu, A.M., Adejoro, F.A., Hassen, A., 2023. The Effect of Monensin vs. Neem, and Moringa Extracts on Nutrient Digestibility, Growth Performance, Methane, and Blood Profile of Merino Lambs. Animals (Basel) 13, 3514. <https://doi.org/10.3390/ani13223514>

Prichard, R., 2001. Genetic variability following selection of *H. contortus* with anthelmintics. Trends in Parasitology 17, 445–453. [https://doi.org/10.1016/S1471-4922\(01\)01983-3](https://doi.org/10.1016/S1471-4922(01)01983-3)

Puerto Abreu, M., Arece García, J., López Leyva, Y., Roche, Y., Molina, M., Sanavria, A., da Fonseca, A.H., 2014. Efecto in vitro de extractos acuosos de *M. oleifera* y *Gliricida sepium* en el desarrollo de las fases exógenas de estrongídeos gastrointestinales de ovinos. Revista de Salud Animal 36, 28–34.

Puttachary, S., Robertson, A.P., Clark, C.L., Martin, R.J., 2010. Levamisole and ryanodine receptors (II): An electrophysiological study in *Ascaris suum*. *Mol Biochem Parasitol* 171, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.molbiopara.2009.12.006>

Qian, H., Robertson, A.P., Powell-Coffman, J.A., Martin, R.J., 2008. Levamisole resistance resolved at the single-channel level in *Caenorhabditis elegans*. *FASEB J* 22, 3247–3254. <https://doi.org/10.1096/fj.08-110502>

Ramos, E., Gomide, L., 2017. Avaliação da Qualidade de Carnes 2ª Edição - Fundamentos e Metodologias.

Resistência Anti-helmíntica - Portal Embrapa [WWW Document], n.d. URL <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/producao/sanidade/doencas-parasitarias/control-parasitario/resistencia-anti-helmintica> (accessed 6.27.24).

Ribeiro, A.R.C., Andrade, F.D. de, Medeiros, M. do C. de, Camboim, A. da S., Pereira Júnior, F.A., Athayde, A.C.R., Rodrigues, O.G., Silva, W.W., 2014. Estudo da atividade anti-helmíntica do extrato etanólico de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae) sob *H. contortus* em ovinos no semiárido paraibano. *Pesq. Vet. Bras.* 34, 1051–1055. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001100002>

Ribeiro, L.F., 2016. Avaliação dos compostos bioativos e atividade, antioxidante in vitro e in vivo em bagaços de uvas (*Vitis vinífera* E *Vitis labrusca*).

Rodrigues, J.F.V., Monteiro, J.P., Almeida, T.M., Molento, M.B., 2025. A systematic review of the molecular mechanisms related to anthelmintic resistance in *H. contortus*: A contemporary narrative. *Veterinary Parasitology* 334, 110394. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2025.110394>

Rowe, J.B., Nolan, J.V., Chaneet, G. de, Teleni, E., Holmes, P.H., 1988. The effect of haemonchosis and blood loss into the abomasum on digestion in sheep. *British Journal of Nutrition* 59, 125–139. <https://doi.org/10.1079/BJN19880016>

Saccareau, M., Sallé, G., Robert-Granié, C., Duchemin, T., Jacquiet, P., Blanchard, A., Cabaret, J., Moreno, C.R., 2017. Meta-analysis of the parasitic phase traits of *H. contortus* infection in sheep. *Parasites Vectors* 10, 201. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2131-7>

Saini, R.K., Sivanesan, I., Keum, Y.-S., 2016. Phytochemicals of *M. oleifera*: a review of their nutritional, therapeutic and industrial significance. *3 Biotech* 6, 203. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0526-3>

Sangster, N.C., 1999. Pharmacology of anthelmintic resistance in cyathostomes: will it occur with the avermectin/milbemycins? *Veterinary Parasitology* 85, 189–204. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00099-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00099-0)

Santos, A.F.S., Luz, L.A., Pontual, E.V., Napoleão, T.H., Paiva, P.M.G., Coelho, L.C.B.B., n.d. *M. oleifera*: Resource Management and Multiuse Life Tree | *Advances in Research*.

Santos, F.C.C., Carvalho, N.U.M., 2014. Tintura alcoólica de alho (*Allium sativum*) sobre endoparasitas gastrintestinais de ovinos. *Ciênc. anim. bras.* 15, 115–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.5216/cab.v15i1.23284>

Sidana, J., Singh, B., Sharma, O.P., 2016. Saponins of Agave: Chemistry and bioactivity. *Phytochemistry* 130, 22–46. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.06.010>

Silva, D.G. da, Menezes, B.M. de, Bettencourt, A.F., Frantz, A.C., Corrêa, M.R., Ruzskowski, G., Martins, A.A., Brum, L.P., Hirschmann, L.C., 2017. Método FAMACHA® como ferramenta para verificar a infestação parasitária ocasionada por *Haemonchus* spp. em ovinos. *Pubvet* 11. <https://doi.org/10.22256/PUBVET.V11N10.1015-1021>

Silva, J.J.M. da, Campanharo, S.C., Paschoal, J.A.R., 2021. Ethnoveterinary for food-producing animals and related food safety issues: A comprehensive overview about terpenes. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 20, 48–90. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12673>

Silva, G.L.S., Oliveira, L.L.S., Silva, F.V., Camargos, M.O., Libório, M.P., D'Angelo, M.F.S.V., Caldeira, A.S.P., Miralles-Pechuán, L., Rabiei, H., 2024. Analyzing *Morinda*

citrifolia's Potential for *H. contortus* Control in Lambs Using an Artificial Immune/Neural Approach. IEEE Access 12, 122462–122473. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3451363>

Simpson, H.V., 2000. Pathophysiology of Abomasal Parasitism: Is the Host or Parasite Responsible? The Veterinary Journal 160, 177–191. <https://doi.org/10.1053/tvjl.2000.0491>

Soares, S.C.P., Reis, A.C., Castro, R.L.P., Filho, P.C.S.P., Cabral, C.S.M., Júnior, D.O.D., Costa, C.B., Pinheiro, D.M. da C., Pinheiro, Y.S.A., Buna, N.H.S., Júnior, L.M.C., Brito, D.R.B., 2023. Resistência de nematoides gastrintestinais de caprinos e ovinos aos anti-helmínticos levamisol, ivermectina e albendazol. Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science 24. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v24e-75316E>

Sousa, A.J.S., Souza, P.F.N., Gifoni, J.M., Dias, L.P., Freitas, C.D.T., Oliveira, J.T.A., Sousa, D.O.B., Vasconcelos, I.M., 2020. Scanning electron microscopy reveals deleterious effects of *M. oleifera* seed exuded proteins on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* eggs. International Journal of Biological Macromolecules 154, 1237–1244. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.278>

Souza, J.G. de, Ribeiro, C.V.D.M., 2021. Biohidrogenação ruminal e os principais impactos no perfil de ácidos graxos da carne: revisão. Research, Society and Development 10, e28101321039–e28101321039. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21039>

Suarez, V.H., Cristel, S.L., Buseti, M.R., 2009. Epidemiology and effects of gastrointestinal nematode infection on milk productions of dairy ewes. Parasite 16, 141–147. <https://doi.org/10.1051/parasite/2009162141>

Takechi, M., Tanaka, Y., Takehara, M., Nonaka, G.-I., Nishioka, I., 1985. Structure and antiherpetic activity among the Tannins. Phytochemistry 24, 2245–2250. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)83018-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)83018-6)

Tanvir, R., Javeed, A., Rehman, Y., 2018. Fatty acids and their amide derivatives from endophytes: new therapeutic possibilities from a hidden source. *FEMS Microbiol Lett* 365. <https://doi.org/10.1093/femsle/fny114>

Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L., 2017. *Parasitologia Veterinária*. Guanabara Koogan.

Tayo, G.M., Poné, J.W., Komtangi, M.C., Yondo, J., Ngangout, A.M., Mbida, M., 2014. Anthelmintic Activity of *M. oleifera* Leaf Extracts Evaluated in Vitro on Four Developmental Stages of *H. contortus* from Goats. *American Journal of Plant Sciences* 5, 1702–1710. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.511185>

Teles, D.G., Costa, M.M., 2014. Estudo da ação antimicrobiana conjunta de extratos aquosos de Tansagem (*Plantago major* L., Plantaginaceae) e Romã (*Punica granatum* L., Punicaceae) e interferência dos mesmos na ação da amoxicilina in vitro. *Rev. bras. plantas med.* 16, 323–328. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/11\\_123](https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_123)

Torres-Acosta, F., Hoste, H., 2008. Alternative or improved methods to limit gastrointestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research - SMALL RUMINANT RES* 77, 159–173. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.009>

Traversa, D., von Samson-Himmelstjerna, G., 2016. Anthelmintic resistance in sheep gastro-intestinal strongyles in Europe. *Small Ruminant Research, Special Issue: Advances in Sheep and Goats Research: A Holistic Approach. Selected papers from SIPAOC 2014 Meeting, Italy* 135, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.014>

Ueno, H., Gonçalves, P.C., 1998. *Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes*, 4. ed. ed. Japan International Cooperation Agency - JICA, Salvador.

Ultee, A., Bennik, M.H.J., Moezelaar, R., 2002. The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol Is Essential for Action against the Food-Borne Pathogen *Bacillus cereus*. *Appl Environ Microbiol* 68, 1561–1568. <https://doi.org/10.1128/AEM.68.4.1561-1568.2002>

van Wyk, J.A., 2001. Refugia--overlooked as perhaps the most potent factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort J Vet Res* 68, 55–67.

Vieira, L. da S., 2008a. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos.

Vieira, L. da S., 2008b. Métodos alternativos de controle de nematóides gastrintestinais em caprinos e ovinos.

Vieira, L. da S., Cavalcanti, A.C.R., Ximenes, L.J.F., 1997. Epidemiologia e controle das principais parasitoses de caprinos nas regiões semiáridas do Nordeste. Sobral: Embrapa - CNPC, 1997.

Vita, G.F., Ferreira, I., Pereira, M.A.V.C., Azevedo, J.R., Sanavria, A., Barbosa, C.G., Gallo, S.S.M., Vasconcellos, H.V.G., 2014. Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Gallus gallus* (galinha caipira). *Pesq. Vet. Bras.* 34, 39–45. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000100007>

Wang, C., Li, F., Zhang, Z., Yang, X., Ahmad, A.A., Li, X., Du, A., Hu, M., 2017. Recent Research Progress in China on *H. contortus*. *Frontiers in Microbiology* Volume 8-2017. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01509>

Wang, L., Chen, X., Wu, A., 2016. Mini Review on Antimicrobial Activity and Bioactive Compounds of *M. oleifera*. *Medicinal chemistry* 6. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000402>

Webb, E.C., Hassen, A., Olaniyi, M.O., Pophiwa, P., 2022. Effect of Dietary Inclusion of *Azadirachta indica* and *M. oleifera* Leaf Extracts on the Carcass Quality and Fatty Acid Composition of Lambs Fed High Forage Total Mixed Rations. *Animals (Basel)* 12, 2039. <https://doi.org/10.3390/ani12162039>

Wheeler, T.H., 2005. *Phototruth Or Photofiction?*, 0 ed. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410613080>

Widaad, A., Zulkipli, I.N., Petalcorin, M.I.R., 2022. Anthelmintic Effect of *Leucaena leucocephala* Extract and Its Active Compound, Mimosine, on Vital Behavioral Activities

in *Caenorhabditis elegans*. *Molecules* 27, 1875.  
<https://doi.org/10.3390/molecules27061875>

Wink, M., 2012. Medicinal plants: a source of anti-parasitic secondary metabolites. *Molecules* 17, 12771–12791. <https://doi.org/10.3390/molecules171112771>

Wolstenholme, A.J., Fairweather, I., Prichard, R., Samson-Himmelstjerna, G. von, Sangster, N.C., 2004. Drug resistance in veterinary helminths. *Trends in Parasitology* 20, 469–476. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2004.07.010>

Zabré, G., Kaboré, A., Bayala, B., Katiki, L.M., Costa-Júnior, L.M., Tamboura, H.H., Belem, A.M.G., Abdalla, A.L., Niderkorn, V., Hoste, H., Louvandini, H., n.d. Comparison of the in vitro anthelmintic effects of *Acacia nilotica* and *Acacia raddiana*. *Parasite* 24, 44. <https://doi.org/10.1051/parasite/2017044>

**CAPÍTULO 1: Caracterização fitoquímica e atividade anti-helmíntica de um extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* contra *Haemonchus contortus* com avaliação in vitro e in vivo e análise da qualidade da carne de cordeiros**

Maura Elis Oliveira Dornelas<sup>a</sup>, Fredson Vieira e Silva<sup>a</sup>, Alisson Samuel Portes Caldeira<sup>b</sup>, Nelson de Abreu Delvaux Júnior<sup>a</sup>, Valter dos Anjos Almeida<sup>c</sup>, Ronnie Antunes de Assis<sup>a</sup>, José Reinaldo Mendes Ruas<sup>a</sup>, Laura Lúcia dos Santos Oliveira<sup>a,\*</sup>.

<sup>a</sup> Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros,, Janaúba, MG, Brasil.

<sup>b</sup> Laboratório de Química de Produtos Naturais Bioativos, Instituto René-Rachou – Fiocruz Minas. Belo Horizonte–MG, Brasil.

<sup>c</sup> Escola de Ciência Veterinária, Massey University Tāwharau Ora. Palmerston North 4442, Nova Zelândia.

**Resumo:** O conhecimento etnoveterinário tem sustentado, há muito tempo, o uso de plantas medicinais para o manejo de infecções parasitárias em animais de produção. Nesse contexto, produtos derivados de plantas têm despertado interesse como alternativas complementares aos anti-helmínticos sintéticos, especialmente em regiões onde a resistência anti-helmíntica compromete o controle parasitário em sistemas de produção de pequenos ruminantes. Este estudo avaliou o potencial anti-helmíntico do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* Lam. (EESM) contra *H. contortus*, bem como seus efeitos sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade da carne em ovinos experimentalmente infectados. Ensaio in vitro avaliaram a inibição da eclosão de ovos e do desenvolvimento larval em concentrações variando de 3,12 a 100 mg/mL. O extrato apresentou atividade ovicida, com concentrações letais estimadas de 2,88 mg/mL (CL<sub>10</sub>) e 4,23 mg/mL (CL<sub>20</sub>), enquanto o desenvolvimento larval não apresentou um padrão consistente de resposta à dose. No experimento in vivo, trinta e dois ovinos experimentalmente infectados com *H. contortus* receberam EESM nas doses de 20, 100 ou 215 mg/kg de peso corporal por cinco dias consecutivos. A dose de 100 mg/kg resultou nas maiores reduções da carga parasitária adulta, com diminuições de 36,2% em fêmeas, 28,8% em machos e 34,7% no total de parasitos. O EESM não afetou negativamente o consumo

alimentar, o desempenho produtivo, as características de carcaça ou a qualidade da carne. A análise fitoquímica revelou predominância de metabólitos lipofílicos, incluindo ácidos graxos, amidas graxas, esfingolipídios e niazimicina. Esses achados indicam que o EESM apresenta atividade anti-helmíntica moderada, porém mensurável, e pode representar uma estratégia complementar para o manejo integrado de parasitos em ovinos, particularmente em sistemas de produção afetados pela resistência anti-helmíntica ou em sistemas orgânicos, nos quais o uso de fármacos sintéticos é restrito.

**Palavras-chave:** medicina etnoveterinária; nematoides gastrintestinais; *H. contortus*; *M. oleifera*; ovinos; pequenos ruminantes; esfingolipídios.

**Destaques:**

- Dos ensaios *in vitro* à avaliação da qualidade da carne de cordeiros tratados com extrato de *M. oleifera*
- A análise por UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS revelou metabólitos lipofílicos no extrato
- Redução de 34,7% da carga abomasal de *H. contortus* *in vivo*
- O consumo alimentar e o peso corporal foram mantidos nos cordeiros tratados
- As características de carcaça e a qualidade da carne foram preservadas nos cordeiros tratados

**Abstract:** The ethnoveterinary knowledge has long supported the use of medicinal plants for the management of parasitic infections in livestock. In this context, plant-derived products have gained attention as complementary alternatives to synthetic anthelmintics, particularly in regions where anthelmintic resistance compromises parasite control in small ruminant production systems. This study evaluated the anthelmintic potential of the ethanolic extract of *M. oleifera* Lam. seeds (MOSEE) against *H. contortus*, as well as its effects on productive performance, carcass traits, and meat quality in experimentally infected sheep. *In vitro* assays assessed egg hatch and larval development inhibition at concentrations ranging from 3.12 to 100 mg/mL. The extract showed ovicidal activity, with estimated lethal concentrations of 2.88

mg/mL (CL<sub>10</sub>) and 4.23 mg/mL (CL<sub>20</sub>) whereas larval development did not show a consistent dose–response pattern. In the *in vivo* experiment, thirty-two sheep experimentally infected with *H. contortus* received MOSEE at 20, 100, or 215 mg/kg body weight for five consecutive days. The dose of 100 mg/kg resulted in the greatest reductions in adult parasite burden, with decreases of 36.2% in females, 28.8% in males, and 34.7% overall. MOSEE did not negatively affect feed intake, productive performance, carcass traits, or meat quality. Phytochemical analysis revealed a predominance of lipophilic metabolites, including fatty acids, fatty amides, sphingolipids, and niazimicin. These findings indicate that MOSEE exhibits moderate but measurable anthelmintic activity and may represent a complementary strategy for integrated parasite management in sheep, particularly in production systems affected by anthelmintic resistance or in organic livestock systems where the use of synthetic drugs is restricted.

**Keywords:** ethnoveterinary medicine; gastrointestinal nematodes; *H. contortus*; *M. oleifera*; sheep; small ruminants; sphingolipids.

### Highlights

- From *in vitro* assays to lamb meat quality assessment of *Moringa oleifera* extract;
- UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS revealed lipophilic metabolites in the extract;
- 34.7% reduction in abomasal *Haemonchus contortus* burden *in vivo*;
- Feed intake and body weight were maintained in treated lambs;
- Carcass traits and meat quality were preserved in lambs.

## 1. Introdução

Dentre as doenças parasitárias que afetam pequenos ruminantes, a haemoncose destaca-se como uma das mais importantes, pois compromete a saúde animal e reduz o desempenho produtivo dos rebanhos, podendo levar à perda de peso e ao aumento da mortalidade (Suarez et al., 2009). A doença é causada pelo nematoide gastrointestinal *H. contortus*, um parasita hematófago cujos estágios adulto e reprodutivo ocorrem no abomaso dos hospedeiros. Este nematoide é amplamente reconhecido como um dos principais parasitas na produção ovina e é frequentemente a espécie mais prevalente em rebanhos de ovinos em diferentes regiões produtoras (Fortes and Molento, 2013; Silva et al., 2017).

A resistência anti-helmíntica, definida como a capacidade das populações de nematoides gastrointestinais de sobreviverem a doses de medicamentos que antes eram eficazes, tornou-se um dos principais desafios para a produção sustentável de pequenos ruminantes (Coles et al., 2006). O desenvolvimento e a disseminação de populações parasitárias resistentes reduzem a eficácia dos anti-helmínticos disponíveis e dificultam o controle de infecções parasitárias em sistemas de produção. Populações resistentes já foram relatadas em diversas regiões produtoras de ovinos, incluindo a América do Norte (Howell et al., 2008), Oceania (Kotze et al., 2014), Europa (Charlier et al., 2020), Ásia (Zhang et al., 2024) e América do Sul (Bassetto et al., 2024; Batista et al., 2023). Dada a importância dessas infecções e as limitações associadas ao seu controle, diferentes estratégias têm sido investigadas para o manejo de nematoides gastrointestinais.

O uso de plantas medicinais na medicina etnoveterinária constitui uma prática amplamente difundida em sistemas tradicionais de produção animal em diferentes regiões do mundo, incluindo o manejo de doenças parasitárias. Nesse contexto, espécies vegetais têm sido investigadas como alternativas ou complementos ao uso de anti-helmínticos sintéticos, especialmente diante do crescente avanço da resistência anti-helmíntica (Silva et al., 2021).

Entre essas espécies, *M. oleifera* tem sido tradicionalmente utilizada tanto na medicina humana quanto em práticas etnoveterinárias. Diversos estudos

etnobotânicos indicam que diferentes partes da planta, incluindo folhas, sementes, raízes, casca e flores são utilizadas por populações locais tanto para alimentação quanto para fins terapêuticos em práticas etnomedicinais (Agoyi et al., 2014; Mwami et al., 2024; Popoola e Obembe, 2013). Além do uso humano, a espécie também tem sido incorporada em sistemas de produção animal, particularmente como suplemento alimentar em dietas de animais domésticos (Abbas, 2013; Korsor, 2017). Essas aplicações têm sido associadas à presença de diferentes classes de compostos bioativos identificados na espécie (Gopalakrishnan et al., 2016; Stohs e Hartman, 2015). Em particular, as sementes de *M. oleifera* caracterizam-se pelo elevado teor lipídico e são tradicionalmente reconhecidas como uma importante fonte de óleo vegetal. O epíteto específico “oleifera”, que significa “portadora de óleo”, reflete a conhecida riqueza lipídica de suas sementes.

Contra *H. contortus*, estudos in vitro demonstraram atividade ovicida e larvicida de extratos obtidos de diferentes partes de *M. oleifera*, incluindo folhas e sementes (Azhar et al., 2022; Cabardo e Portugaliza, 2017; Mbogning Tayo et al., 2014; Medeiros et al., 2023). No entanto, apesar desses achados in vitro, estudos experimentais in vivo avaliando especificamente extratos de sementes de *M. oleifera* contra *H. contortus* em ovinos ainda são escassos. A investigação científica de plantas tradicionalmente utilizadas em práticas etnomedicinais tem sido uma estratégia importante para a identificação de compostos bioativos com potencial farmacológico.

Entretanto, a avaliação desses extratos em animais de produção requer não apenas a verificação da atividade antiparasitária, mas também a análise de possíveis efeitos sobre o desempenho produtivo, uma vez que alguns extratos vegetais podem causar impactos negativos nos parâmetros zootécnicos (Alves et al., 2024). Nesse contexto, abordagens baseadas em produtos naturais têm sido investigadas não necessariamente como substitutos diretos dos anti-helmínticos convencionais, mas como estratégias complementares dentro do manejo integrado de parasitos gastrintestinais, no qual reduções parciais da carga parasitária também podem contribuir para o controle da infecção.

Nesse contexto, o presente estudo avaliou a atividade antiparasitária do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM) em ovinos experimentalmente infectados com *H. contortus*, integrando caracterização fitoquímica, ensaios in vitro e in vivo, e

estendendo a avaliação ao desempenho produtivo, às características de carcaça e à qualidade da carne, proporcionando uma avaliação mais ampla das potenciais implicações dessa abordagem etnoveterinária em sistemas de produção animal.

## 2. Material e métodos

### 2.1. Material vegetal

Vagens de *M. oleifera* foram coletadas na zona rural de Nova Porteirinha (15°47'30.2"S; 43°17'00.8"W), localizada na região semiárida do sudeste do Brasil. Após a coleta, as vagens foram abertas manualmente, e as sementes foram separadas e armazenadas sob refrigeração até o processamento.

### 2.2. Preparação do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

As sementes foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C e posteriormente trituradas em pó utilizando um liquidificador industrial. O material pulverizado foi extraído com etanol 95% (relação sólido–solvente de 30:70) em balão de fundo redondo sob refluxo, utilizando manta de aquecimento acoplada a um condensador de Liebig.

A extração foi mantida sob refluxo por 20 min, e a mistura quente foi filtrada em papel-filtro. Esse procedimento foi repetido três vezes para garantir a extração exaustiva do material vegetal. Os filtrados combinados foram concentrados sob pressão reduzida utilizando um evaporador rotativo para obtenção do extrato etanólico bruto.

Após a remoção do solvente, obteve-se um extrato bruto viscoso. O rendimento da extração foi de 15,32% (p/p) em relação ao peso seco do material vegetal. O procedimento de extração seguiu abordagens fitoquímicas padrão comumente utilizadas para compostos bioativos de plantas medicinais (Cos et al., 2006; Sasidharan et al., 2011).

### 2.3. Caracterização química do extrato por UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS

A caracterização química do EESM foi realizada utilizando cromatografia líquida de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas com analisador quadrupolo por tempo de voo (UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS). Amostras do extrato seco (20 mg) foram dissolvidas em metanol grau HPLC (J.T. Baker), sonicadas por 5 min e

homogeneizadas em vortex por 1 min para obtenção da concentração final de 20 mg/mL. Alíquotas de cada amostra (50 µL) foram transferidas para frascos de polipropileno para análise cromatográfica.

As análises de UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS foram realizadas em um sistema Nexera UHPLC (Shimadzu) acoplado a um espectrômetro de massas de alta resolução com ionização por electrospray e detecção por quadrupolo-tempo de voo (ESI-QTOF-MS/MS) MaXis ETD (Bruker), controlado pelo pacote de software Compass 1.7 (Bruker). Alíquotas de 5 µL foram injetadas em uma coluna Shimadzu Shim-Pack XR-ODS-III (C18, 150 × 2,0 mm, 2,2 µm), mantida a 40 °C, com fluxo de 400 µL/min. As fases móveis consistiram em água (A) e acetonitrila (B), ambas contendo 0,1% de ácido fórmico. A eluição em gradiente iniciou-se com 5% de B por 5 min, seguida por aumento linear até 100% de B ao longo de 45 min e manutenção em 100% de B por 5 min.

Os espectros de massas foram adquiridos no modo de ionização positiva por electrospray (ESI+) a uma taxa espectral de 5,0 Hz. Os parâmetros da fonte de íons foram ajustados para offset da placa terminal de 500 V, voltagem do capilar de 4500 V, pressão do nebulizador de 3,0 bar e fluxo de gás de secagem de 8,0 L/min a 200 °C. Os espectros de fragmentação foram obtidos no modo de aquisição dependente de dados (MS/MS automatizado), utilizando rampa de energia de colisão de 15 a 60 eV. Os cromatogramas foram extraídos como cromatogramas de pico base (BPC).

As configurações do ion cooler foram otimizadas para a faixa de massa de 100–1500 m/z utilizando solução calibrante (1 mM de formiato de sódio em 50% de 2-propanol). A calibração de massa foi obtida por infusão inicial de 20 µL da solução calibrante e recalibração pós-aquisição dos dados brutos.

A anotação dos compostos foi baseada em massa exata, padrão isotópico e dados de fragmentação MS/MS. A anotação direcionada foi realizada comparando os íons precursores [M+H]<sup>+</sup> com uma lista de compostos e fórmulas moleculares previamente reportados para a espécie na literatura (Sayed et al., 2022) e no banco de dados KNApSACK (Afendi et al., 2012), utilizando o software TargetAnalysis (Bruker). A anotação adicional de compostos foi auxiliada pela desconvolução espectral utilizando a plataforma SIRIUS (Dührkop et al., 2019). Foi considerado um erro máximo de massa inferior a 5 ppm para anotação dos compostos.

#### 2.4. Recuperação de ovos e larvas de *H. contortus*

As amostras fecais utilizadas para recuperação dos ovos foram coletadas de ovinos adultos naturalmente infectados, apresentando média de contagem de ovos nas fezes (OPG) de aproximadamente 1800 ovos por grama. A recuperação dos ovos foi realizada seguindo método adaptado de Bizimenyera et al. (2006).

As fezes foram homogeneizadas, maceradas, lavadas e filtradas através de peneiras de 100 e 55  $\mu\text{m}$  utilizando água sob pressão, permitindo que os ovos fossem coletados em peneira de 25  $\mu\text{m}$ . Para obtenção de larvas de terceiro estágio (L3), uma suspensão contendo aproximadamente 100.000 ovos em 20 mL de água destilada foi incubada por 24 h a 27 °C em incubadora BOD. Após a eclosão dos ovos, as larvas de primeiro estágio (L1) foram concentradas utilizando peneira de 25  $\mu\text{m}$ , permitindo a retenção dos ovos remanescentes.

#### 2.5. Teste de eclosão de ovos e teste de desenvolvimento larval

Os ensaios foram realizados em microplacas de 96 poços de acordo com procedimentos comumente utilizados para avaliação da atividade anti-helmíntica contra nematoides gastrintestinais (Coles et al., 1992; Cos et al., 2006; Hubert e Kerboeuf, 1992). No teste de eclosão de ovos (TEO), o volume final em cada poço foi de 240  $\mu\text{L}$ , incluindo 10  $\mu\text{L}$  de suspensão contendo aproximadamente 100 ovos de *H. contortus*. Água destilada foi utilizada para diluir o extrato vegetal. Para o teste de desenvolvimento larval (TDL), cada poço continha volume final de 240  $\mu\text{L}$  com aproximadamente 100 larvas de terceiro estágio (L3) de *H. contortus*. O extrato foi avaliado nas concentrações de 100,00; 50,00; 25,00; 12,50; 6,25; e 3,12 mg/mL tanto para ovos quanto para larvas. Albendazol sulfóxido (0,04 mg/mL) foi utilizado como controle positivo, enquanto água destilada serviu como controle negativo. Foram realizados cinco ensaios independentes com seis repetições por concentração e controle. As placas foram incubadas a 30 °C em incubadora BOD por 24 h. Após a incubação, os estágios parasitários foram identificados e contados em microscópio óptico no teste de eclosão de ovos. No teste de desenvolvimento larval, foram quantificadas larvas vivas e mortas.

## 2.6. Animais, infecção experimental com *H. contortus* e delineamento experimental

Trinta e dois ovinos machos não castrados, sem padrão racial definido, apresentando características fenotípicas semelhantes à raça Santa Inês e adaptados às condições semiáridas, foram adquiridos de uma mesma propriedade localizada no sul da Bahia. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Montes Claros (CEUA, protocolo nº 013/2022). Todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com as diretrizes institucionais de cuidado e bem-estar animal e relatados conforme as diretrizes ARRIVE 2.0 para pesquisa animal.

Os animais foram alojados em baias experimentais equipadas com cochos e bebedouros, com livre acesso à água. O piso das baias foi coberto com maravalha, sendo alojados dois animais por baia. O material da cama foi substituído e as baias higienizadas semanalmente utilizando água e detergente. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 08:00 e às 15:00 h, permitindo aproximadamente 5% de sobras. A dieta foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007) para proporcionar ganho médio diário de 0,2 kg por animal. A dieta experimental consistiu de feno de *Cynodon dactylon* e concentrado na proporção 43:57 (feno:concentrado) com base na matéria seca. O concentrado foi formulado com 77,08% de milho moído, 18,22% de farelo de soja, 4,21% de suplemento mineral e 0,50% de calcário.

A dieta continha 958,2 g/kg de matéria seca, 70,1 g/kg de cinzas, 35,4 g/kg de extrato etéreo e 108,8 g/kg de proteína bruta. As frações fibrosas incluíram 773,2 g/kg de fibra em detergente neutro e 213,7 g/kg de fibra em detergente ácido. O conteúdo de nitrogênio insolúvel em detergente neutro na matéria seca foi de 30,8 g/kg, enquanto a proteína insolúvel em detergente neutro foi de 60,8 g/kg. A fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>) foi de 566,7 g/kg de matéria seca.

Antes do início do período experimental, os animais foram vacinados contra doenças clostridiais de acordo com as recomendações do fabricante. Amostras fecais foram coletadas diretamente da ampola retal para determinação de ovos por grama

de fezes (OPG) utilizando a técnica modificada de Gordon e Whitlock (Ueno e Gonçalves, 1998). Albendazol foi administrado para vermifugação e, após confirmação da negatividade nas contagens fecais de ovos, os animais foram experimentalmente infectados. A infecção experimental foi realizada por administração oral de aproximadamente 1.000 larvas infectantes de terceiro estágio (L3) de *H. contortus* por animal.

Após 60 dias para estabelecimento do parasito, os animais foram aleatoriamente distribuídos em quatro grupos experimentais (n = 8 por grupo) em delineamento inteiramente casualizado.

Os tratamentos foram os seguintes:

Grupo 1: grupo controle não tratado;  
Grupo 2: animais tratados com 215 mg/kg de peso corporal de EESM por cinco dias consecutivos;  
Grupo 3: animais tratados com 100 mg/kg de peso corporal de EESM por cinco dias consecutivos;  
Grupo 4: animais tratados com 20 mg/kg de peso corporal de EESM por cinco dias consecutivos.

Os animais foram monitorados clínica e semanalmente por meio da avaliação da temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória. Amostras fecais foram coletadas periodicamente para exames coproparasitológicos.

As amostras fecais foram coletadas diretamente da ampola retal de cada animal utilizando sacos plásticos para determinação da contagem de ovos nas fezes (OPG), expressa em ovos por grama de fezes. O cronograma experimental geral e o esquema de amostragem estão ilustrados na Figura 1. Um total de nove coletas foi realizado ao longo do período experimental para monitorar a dinâmica parasitária da infecção por *H. contortus* e avaliar os efeitos dos tratamentos sobre a eliminação de ovos do parasito.

Amostras da dieta e das sobras foram coletadas periodicamente para análises laboratoriais. As amostras foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 h e posteriormente moídas em peneira de 1 mm utilizando moinho tipo Wiley. As análises químicas foram realizadas para determinação de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido,

matéria orgânica e matéria mineral, e os carboidratos não fibrosos foram calculados de acordo com os procedimentos analíticos do INCT (Detmann et al., 2021). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados conforme NRC (2007). O peso corporal dos animais e o consumo de matéria seca foram utilizados para determinação da eficiência alimentar e do ganho médio diário.

## 2.7. Procedimentos de abate e características de carcaça

Os procedimentos de abate seguiram as regulamentações estabelecidas pela Portaria nº 365/2021 (Brasil, 2021) e por Silva et al. (Silva et al., 2023). Os animais foram insensibilizados por eletronarcose, seguida de sangria por secção da veia jugular e da artéria carótida. Imediatamente após o abate, as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente e posteriormente armazenadas em câmara refrigerada a 2 °C. Após 24 h de resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas para determinação do peso de carcaça fria e cálculo do rendimento de carcaça. O músculo *Longissimus lumborum* foi removido de cada carcaça para análises subsequentes dos atributos de qualidade da carne.

## 2.8. Análise da qualidade da carne

As análises de qualidade da carne incluíram medidas de pH, cor, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção e força de cisalhamento. O pH muscular (pH<sub>24</sub>) foi medido 24 h post mortem utilizando um pHmetro digital inserido diretamente no músculo *Longissimus lumborum*. Todas as análises foram realizadas em duplicata. Uma amostra com espessura de 2,54 cm do músculo *L. lumborum* foi utilizada para avaliação da cor. Antes da mensuração, as amostras foram expostas ao ar atmosférico por 30 min a 4 °C para permitir o processo de blooming.

A cor da carne foi determinada utilizando um espectrofotômetro Hunter Miniscan EZ de acordo com o sistema de cor CIE (L, a e b\*). Cinco medições foram realizadas em diferentes pontos de cada amostra. A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada utilizando o método da prensa em papel filtro (Hamm, 1986).

A perda por cocção e a força de cisalhamento foram determinadas utilizando amostras com espessura de 2,54 cm. As amostras foram pesadas e grelhadas até

atingirem temperatura interna de 71 °C (Ramos e Gomide, 2017). Para análise de força de cisalhamento, seis cilindros (1,27 cm de diâmetro) foram retirados paralelamente à orientação das fibras musculares e analisados utilizando o dispositivo de força de cisalhamento Warner–Bratzler (Wheeler et al., 2005).

A atividade antioxidante das amostras de carne ovina foi determinada utilizando o método de sequestro de radicais livres baseado no 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), com adaptações para extratos de carne (Brand-Williams et al., 1995). Duas amostras do músculo *Longissimus lumborum* (aproximadamente 80 g cada) foram coletadas de cada carcaça e armazenadas a -20 °C até a análise. Os extratos foram preparados pela homogeneização de 2,0 g de carne moída com 10 mL de etanol absoluto, seguida de centrifugação a 3000 rpm por 10 min. Os sobrenadantes foram coletados e utilizados nos ensaios antioxidantes. A solução de DPPH foi preparada em etanol absoluto e ajustada para absorvância de  $0,70 \pm 0,02$  a 517 nm.

A mistura reacional apresentou volume final de 3,0 mL, composta por 2,5 mL da solução de DPPH, 0,3 mL do extrato de carne e 0,2 mL de etanol. O controle consistiu em solução de DPPH e etanol, mantendo o mesmo volume final. As misturas foram incubadas por 30 min em temperatura ambiente e protegidas da luz. A absorvância foi medida a 517 nm utilizando um espectrofotômetro UV–Vis. Todas as análises foram realizadas em duplicata. A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição do radical DPPH.

### 2.9. Coleta do abomaso e recuperação de *H. contortus* adultos

Durante o abate, o abomaso de cada animal foi coletado individualmente e devidamente identificado. O conteúdo abomasal foi esvaziado e lavado para recuperação de *H. contortus* adultos. Além disso, a mucosa abomasal foi tratada com solução de ácido clorídrico por aproximadamente 2 h para facilitar o desprendimento dos parasitos aderidos à superfície da mucosa, garantindo recuperação completa dos espécimes. Os nematoides recuperados foram preservados em solução de formol e contados sob estereomicroscópio.

Os espécimes adultos de *H. contortus* foram quantificados e separados em machos e fêmeas de acordo com critérios morfológicos (Ueno e Gonçalves, 1998),

seguindo procedimentos comumente utilizados para recuperação de helmintos em ruminantes (Wood et al., 1995).

## 2.10. Análises estatísticas

Todas as análises foram realizadas no R (RStudio). Os resultados descritivos para os testes de eclosão de ovos e desenvolvimento larval foram apresentados como medianas e intervalos interquartis (Q1–Q3) para cada concentração.

### 2.10.1. Teste de eclosão de ovos

A relação concentração–resposta foi ajustada utilizando o pacote *drc* por meio de um modelo log-logístico de quatro parâmetros, com a assíntota inferior fixada na mediana da mortalidade observada no controle negativo (água). As concentrações letais correspondentes a 10% e 20% de inibição (CL10 e CL20) foram estimadas com intervalos de confiança obtidos pelo método de verossimilhança transformada bilateral. A CL20 foi estimada dentro da faixa experimental, enquanto a CL10 foi ligeiramente inferior à menor concentração testada e, portanto, interpretada como extrapolação do modelo.

### 2.10.2. Teste de desenvolvimento larval

A modelagem concentração–resposta foi inicialmente explorada; entretanto, a mortalidade não apresentou padrão consistente com o aumento da dose, resultando em estimativas instáveis. Portanto, apenas estatísticas descritivas foram apresentadas.

### 2.10.3. Eliminação de ovos (OPG)

As contagens de ovos por grama de fezes (OPG) foram analisadas utilizando um modelo misto binomial negativo incluindo termos lineares e quadráticos para o dia e suas interações com a dose. As porcentagens de redução foram calculadas utilizando o método de Abbott com base nos dados observados (redução empírica) e também com base nos valores preditos pelo modelo (redução ajustada), utilizando o grupo controle no mesmo dia como referência.

#### 2.10.4. Consumo de matéria seca

O consumo de matéria seca foi analisado por ANCOVA considerando o tratamento como efeito fixo e o consumo médio pré-tratamento (dias 1–32) como covariável. A homogeneidade das inclinações foi avaliada por meio da interação tratamento × covariável. As médias marginais estimadas foram comparadas ao controle utilizando o teste de Dunnett ( $\alpha = 0,05$ ). A dose também foi analisada como variável contínua (termos linear e quadrático), incluindo o consumo prévio como covariável. Os modelos foram comparados por análise de variância, mantendo-se o termo quadrático quando significativo.

#### 2.10.5. Desempenho produtivo

As variáveis de desempenho foram analisadas utilizando modelos lineares mistos com tratamento como efeito fixo e baia como intercepto aleatório. O peso corporal inicial (PCI) foi incluído como covariável. As médias marginais estimadas foram comparadas ao controle utilizando o teste de Dunnett ( $\alpha = 0,05$ ). A dose foi avaliada como preditor contínuo (termos linear e quadrático), comparando modelos aninhados utilizando testes de razão de verossimilhança. O ajuste dos modelos foi resumido utilizando  $R^2$  marginal e condicional.

#### 2.10.6. Carga parasitária ao abate

A carga de *H. contortus* obtida após o abate foi analisada utilizando modelos de regressão com ligação logarítmica incluindo termos lineares e quadráticos de dose. As porcentagens de redução foram calculadas utilizando o método de Abbott a partir dos dados observados (redução empírica) e das predições do modelo (redução ajustada), considerando a dose  $0 \text{ mg kg}^{-1}$  como controle.

#### 2.10.7. Características de carcaça e qualidade da carne

As variáveis de carcaça e qualidade da carne foram analisadas utilizando modelos lineares mistos com tratamento como efeito fixo e baia como intercepto aleatório. O peso corporal inicial (PCI) foi incluído como covariável para as variáveis de

carça, mas não para os atributos de qualidade da carne. As médias marginais estimadas foram comparadas ao controle utilizando o teste de Dunnett ( $\alpha = 0,05$ ). O nível de significância adotado foi de 5%.

### 3. Resultados

#### 3.1. Caracterização química do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

A composição química do EESM foi investigada por UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS em modo de ionização positiva. O perfil cromatográfico obtido ao longo de 60 min de análise não apresentou sinais relevantes provenientes do solvente de diluição (Figura 2A). Em contraste, o cromatograma do extrato permitiu a detecção de doze compostos (Figura 2B e Tabela 1).

A análise dos espectros de massas possibilitou a anotação putativa de diversos metabólitos com base na massa exata, padrão isotópico e fragmentação MS/MS, comparados com compostos previamente descritos para a espécie na literatura e no banco de dados KNApSACK, utilizando o software Target Analysis. Por meio desse procedimento, foram anotados o glicosídeo tiocarbamato niazimicina, o esfingolípido hexadecasfinganina, os ácidos graxos, ácido linolênico, ácido palmítico e ácido oleico, bem como a amida graxa 13-cis-docosenamida. O uso da ferramenta SIRIUS permitiu a anotação adicional de sacarose, fitoesfingosina, oleamida e hexanodioato de bis(2-etilhexila).

Além desses metabólitos, dois sinais adicionais foram detectados no extrato e não puderam ser associados a compostos previamente descritos nas bases de dados consultadas. Esses sinais corresponderam às fórmulas moleculares  $C_{24}H_{38}O_4$  e  $C_{28}H_{46}O_3$  e, portanto, foram classificados como metabólitos não identificados. A inspeção semiquantitativa do cromatograma indica maior intensidade relativa para os sinais atribuídos a  $C_{24}H_{38}O_4$  e fitoesfingosina, com contribuição adicional de  $C_{28}H_{46}O_3$ , hexanodioato de bis(2-etilhexila) e oleamida. Entretanto, diferenças na eficiência de ionização entre compostos distintos impedem inferências diretas sobre concentrações absolutas.

#### 3.2. Atividade anti-helmíntica in vitro do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

No ensaio in vitro de eclosão de ovos e desenvolvimento larval, os resultados descritivos estão apresentados na Tabela 2. Para a eclosão de ovos, observou-se variação na porcentagem de inibição entre as concentrações avaliadas, com valores mais elevados ocorrendo em doses intermediárias. Para o desenvolvimento larval, não foi observado um padrão de resposta consistente em função do aumento da concentração.

Com base no modelo ajustado para o ensaio de eclosão de ovos, as concentrações letais  $CL_{10}$  e  $CL_{20}$  foram estimadas em 2,88 mg/mL e 4,23 mg/mL, respectivamente (Tabela 3).

$$CL_{10}=2.88 \text{ mg/mL} \quad ; \quad CL_{20}=4.23 \text{ mg/mL}$$

Para o ensaio de desenvolvimento larval, o modelo não apresentou ajuste satisfatório aos dados experimentais, impossibilitando a estimativa das concentrações letais.

### 3.3. Consumo de matéria seca de ovinos tratados com o extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

O consumo de matéria seca foi analisado em três períodos experimentais (Tabela 4): durante a administração do EESM (dias 1–5), na primeira semana após a administração (dias 6–12) e no período final de confinamento até o abate (dias 13–36). Não foram observadas diferenças significativas no consumo de matéria seca entre os grupos que receberam diferentes doses de EESM e o grupo controle em nenhum dos períodos avaliados ( $P \geq 0,63$ ).

### 3.4. Análise da contagem de ovos nas fezes em ovinos tratados com o extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

A resposta temporal da eliminação de ovos de *H. contortus* em ovinos tratados com EESM está apresentada na Figura 3 e na Tabela Suplementar 1. No cálculo empírico utilizando o método de Abbott, foram observadas reduções pontuais nas contagens de ovos nas fezes, principalmente nas doses de 20 e 100 mg/kg, em diferentes momentos do período experimental, com maior magnitude nas avaliações finais. Em contraste, a dose de 215 mg/kg apresentou alta variabilidade nas

estimativas e ausência de um padrão consistente de redução. As predições obtidas pela modelagem estatística indicaram reduções geralmente menores do que aquelas observadas empiricamente e não demonstraram padrão consistente de redução ao longo do tempo ou entre as doses avaliadas.

3.5. Peso vivo, características de carcaça e qualidade da carne em ovinos tratados com o extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e o controle para peso vivo final, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, rendimento de carcaça quente e fria, perda por resfriamento, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo ( $P \geq 0,085$ ; Tabela 5).

As variáveis relacionadas à qualidade da carne, incluindo pH, condutividade elétrica, textura, capacidade de retenção de água, perdas por cocção, parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e atividade antioxidante (DPPH) também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e o controle ( $P \geq 0,123$ ).

3.6. Número de *H. contortus* adultos em ovinos tratados com o extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM)

A carga de *H. contortus* observada no abomaso dos ovinos e as porcentagens de redução estimadas utilizando o método de Abbott estão apresentadas na Figura 4 e na Tabela Suplementar 2. De maneira geral, a dose de 100 mg/kg de peso corporal (EESM100) apresentou as maiores reduções relativas entre os tratamentos avaliados. Nessa dose, a redução observada foi de 36,2% em fêmeas, 28,8% em machos e 34,7% considerando o número total de parasitos. Resultados semelhantes foram indicados pelas predições do modelo, que estimaram reduções de 36,9% em fêmeas, 25,4% em machos e 33,9% para o número total de parasitos na mesma dose destacada.

#### 4. Discussão

A avaliação da atividade anti-helmíntica de extratos vegetais requer uma abordagem integrada que considere os resultados obtidos em ensaios *in vitro*, as respostas observadas em animais infectados e a composição fitoquímica do extrato. No presente estudo, o EESM foi investigado nesses diferentes níveis de análise, permitindo discutir a relação entre a inibição do desenvolvimento parasitário, a carga de *H. contortus* em ovinos e a caracterização química dos metabólitos do extrato.

Os ensaios *in vitro* de eclosão de ovos e desenvolvimento larval são amplamente utilizados para triagem da atividade anti-helmíntica de compostos contra *H. contortus*, pois permitem mensurar a inibição da eclosão de ovos e do desenvolvimento larval em condições controladas. Entretanto, esses ensaios avaliam principalmente efeitos diretos dos compostos sobre os estágios iniciais do parasito e não consideram variáveis fisiológicas do hospedeiro que influenciam a eficácia terapêutica, como metabolismo, biodisponibilidade, interação com a microbiota ruminal e resposta imune (Athanasiadou et al., 2007; Githiori et al., 2006; Hoste et al., 2006).

No presente estudo, os resultados *in vitro* indicaram inibição limitada e ausência de padrão consistente no desenvolvimento larval, sugerindo atividade direta restrita do extrato sobre esses estágios parasitários. Até mesmo o anti-helmíntico Albendazol utilizado como controle positivo mostrou-se ineficaz, evidenciando a questão da resistência. Ainda assim, a continuidade da avaliação em animais infectados foi considerada apropriada, uma vez que diversos extratos vegetais apresentam discrepâncias entre respostas *in vitro* e *in vivo*, com efeitos biológicos detectáveis apenas em um ambiente fisiológico complexo (Athanasiadou et al., 2001). Essa divergência tem sido atribuída a ações indiretas dos metabólitos vegetais sobre a fisiologia do hospedeiro ou à modulação da dinâmica parasitária no trato gastrointestinal.

A avaliação *in vivo* demonstrou redução de 34,7% na carga parasitária de *H. contortus* nos animais tratados, indicando efeito biológico do extrato em condições fisiológicas complexas. Em estudos etnofarmacológicos, reduções parciais são

consideradas relevantes porque estratégias tradicionais de manejo parasitário frequentemente visam controlar a intensidade da infecção e manter o equilíbrio hospedeiro–parasito, em vez de promover a eliminação completa do helminto (Hoste et al., 2006; Min e Hart, 2003). Além disso, considerando que a resistência anti-helmíntica é amplamente reconhecida como um problema sistêmico na produção de pequenos ruminantes (Coles et al., 2006), o efeito observado indica que o EESM possui potencial como ferramenta complementar para o manejo parasitário.

Entretanto, resultados *in vivo* com extratos vegetais nem sempre se traduzem em benefícios produtivos. Um estudo recente utilizando extrato hidroalcoólico de *Momordica charantia* demonstrou reduções significativas na contagem de ovos nas fezes e na carga de *H. contortus* em ovinos infectados, porém com redução no consumo de nutrientes e menor peso corporal final à medida que as doses aumentavam, indicando impactos produtivos negativos associados ao tratamento (Alves et al., 2024). Em contraste, no presente estudo, a redução parasitária ocorreu sem prejuízos detectáveis no ganho de peso, nas características de carcaça ou na qualidade da carne, indicando um perfil biológico mais equilibrado para o extrato avaliado.

Também foi observado que, em concentrações mais elevadas, o extrato apresentou tendência à formação de agregados, fenômeno previamente notado durante avaliações microscópicas *in vitro*. Essa característica físico-química pode reduzir a dispersão do extrato no meio e, conseqüentemente, diminuir a disponibilidade efetiva dos metabólitos bioativos em doses mais altas. Esse comportamento pode contribuir para a ausência de uma relação dose–resposta clara, uma vez que a dose de 100 mg/kg apresentou reduções mais consistentes do que a dose de 215 mg/kg nas diferentes avaliações realizadas.

Adicionalmente, as maiores reduções nos ovos por grama de fezes (OPG) foram observadas aproximadamente 28 dias após o início da administração do extrato, considerando o primeiro dia de administração como o dia um do experimento. Esse padrão temporal pode ter contribuído para a redução observada na contagem de *H. contortus* ao abate, sugerindo que a diminuição da eliminação de ovos durante as fases finais do período experimental esteve associada à redução da carga parasitária adulta.

A manutenção da atividade antiparasitária em um ambiente biológico complexo sugere que os metabólitos do extrato permaneceram funcionalmente ativos após a digestão e a interação com a microbiota ruminal, uma vez que compostos derivados de plantas podem sofrer transformações metabólicas no trato digestivo de ruminantes e ainda assim manter atividade biológica contra nematoides gastrintestinais (Hoste et al., 2015).

A caracterização fitoquímica revelou predominância de metabólitos lipofílicos, incluindo ácidos graxos, amidas graxas, esfingolipídios e o glicosídeo tiocarbamato niazimicina. Esse perfil é consistente com a composição rica em lipídios das sementes de *M. oleifera*, amplamente reconhecidas como importante fonte de óleo vegetal. A análise indicou maior intensidade relativa para compostos ainda não identificados, seguida por fitoesfingosina, oleamida e outros derivados lipídicos, indicando que compostos apolares constituem fração relevante do extrato. Esse perfil químico difere daquele frequentemente observado em extratos foliares de *M. oleifera*, que normalmente são mais ricos em compostos fenólicos, e pode estar associado tanto ao tecido vegetal quanto ao método de extração empregado, uma vez que as sementes de *M. oleifera* apresentam elevada fração lipídica e predominância de ácidos graxos insaturados (Anwar et al., 2005; Leone et al., 2015).

Esse padrão fitoquímico sugere um possível mecanismo de ação associado à interação dos metabólitos lipofílicos com componentes estruturais da cutícula do nematoide, uma vez que a cutícula contém proteínas associadas, glicoproteínas e lipídios, incluindo lipídios presentes na epicutícula (Page e Johnstone, 2007). Ácidos graxos e amidas graxas, como ácido oleico e oleamida, apresentam propriedades anfifílicas capazes de alterar a integridade do tegumento dos nematoides, aumentando a permeabilidade e promovendo desequilíbrio osmótico, mecanismo proposto para metabólitos vegetais bioativos em sistemas hospedeiro–parasito (Hoste et al., 2015). A presença de niazimicina, um glicosídeo tiocarbamato característico de *M. oleifera*, também pode contribuir para a atividade biológica do extrato, uma vez que compostos dessa classe têm sido associados a diferentes atividades farmacológicas da espécie (Fahey, 2005). De forma semelhante, esfingolipídios e bases esfingoides relacionadas são reconhecidos por participarem de processos de sinalização celular em sistemas biológicos (Hannun e Obeid, 2008). Assim, a atividade

anti-helmíntica observada provavelmente resulta da interação de múltiplos metabólitos bioativos, fenômeno frequentemente relatado em extratos vegetais utilizados para controle parasitário (Athanasiadou et al., 2007; Hoste et al., 2015).

De modo geral, os resultados obtidos indicam que o extrato etanólico das sementes de *M. oleifera* apresenta atividade biológica mensurável contra *H. contortus* em condições in vivo, apesar dos efeitos limitados observados nos ensaios in vitro. Esse padrão reforça a importância de avaliações em diferentes níveis experimentais, uma vez que a atividade biológica de misturas fitoquímicas complexas pode tornar-se evidente apenas dentro do ambiente fisiológico do hospedeiro.

## 5. Conclusões

O extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera*, administrado por via oral durante cinco dias consecutivos, apresentou atividade antiparasitária contra *Haemonchus contortus* em ovinos, com redução de 34,7% na carga parasitária adulta na dose de 100 mg/kg de peso corporal. A caracterização fitoquímica indicou predominância de metabólitos lipofílicos, incluindo ácidos graxos, amidas graxas e compostos relacionados a esfingolipídios, consistente com a composição rica em lipídios tipicamente relatada para sementes de *M. oleifera*. Importante destacar que a administração do extrato foi bem tolerada pelos animais e mostrou-se compatível com consumo normal de matéria seca, desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade da carne. Esses resultados indicam que o extrato de sementes de *M. oleifera* representa uma alternativa natural com potencial para ser incluída em estratégias integradas de manejo de nematoides gastrintestinais em pequenos ruminantes.

## **Financiamento**

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Brasil (número do projeto APQ-03550-22).

## **Declaração de contribuição de autoria CRediT**

**Maura Elis Oliveira Dornelas:** Curadoria de dados, Investigação, Redação – versão original. **Fredson Vieira e Silva:** Conceituação, Curadoria de dados, Análise formal, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Redação – revisão e edição. **Alisson Samuel Portes Caldeia:** Curadoria de dados, Análise formal, Metodologia, Redação – revisão e edição. **Nelson de Abreu Delvaux Júnior:** Metodologia, Redação – revisão e edição. **Valter dos Anjos Almeida:** Redação – revisão e edição. **Ronnie Antunes de Assis:** Redação – revisão e edição. **José Reinaldo Mendes Ruas:** Metodologia, Redação – revisão e edição. **Laura Lúcia dos Santos Oliveira:** Conceituação, Curadoria de dados, Obtenção de financiamento, Investigação, Metodologia, Administração do projeto, Recursos, Supervisão, Redação – revisão e edição.

## **Declaração de conflito de interesses**

Os autores declaram que não há conflitos de interesse financeiros, pessoais ou institucionais que possam ter influenciado os resultados ou a interpretação dos dados apresentados neste estudo.

## **Disponibilidade de dados**

Os conjuntos de dados, tabelas suplementares e scripts utilizados para as análises estatísticas neste estudo estão disponíveis publicamente no repositório Figshare em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.31688722>

## **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado pela FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, Brasil (número do projeto APQ-03550-22). Os autores também agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

pela concessão de bolsas de estudo. Agradecemos ainda à Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes) pela infraestrutura laboratorial e apoio institucional. Também somos gratos ao produtor rural local por gentilmente fornecer as sementes de Moringa utilizadas neste estudo.

**Declaração sobre o uso de IA generativa e tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito**

Durante a preparação deste trabalho, os autores utilizaram o OpenAI ChatGPT para auxiliar na edição linguística e organização do texto. Após o uso dessa ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

## 6. Referências

Abbas, T.E., 2013. The use of *M. oleifera* in poultry diets. Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences 37, 492–496.

Afendi, F.M., Okada, T., Yamazaki, M., Hirai-Morita, A., Nakamura, Y., Nakamura, K., Ikeda, S., Takahashi, H., Altaf-Ul-Amin, Md., Darusman, L.K., Saito, K., Kanaya, S., 2012. KNApSAcK Family Databases: Integrated Metabolite–Plant Species Databases for Multifaceted Plant Research. Plant and Cell Physiology 53, e1–e1. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr165>

Agoyi, E.E., Assogbadjo, A.E., Gouwakinnou, G., Okou, F.A.Y., Sinsin, B., 2014. Ethnobotanical Assessment of *M. oleifera* Lam. in Southern Benin (West Africa). Ethnobot. Res. App. 12, 551–560.

Alves, A.M. de J.T., Oliveira, L.L. dos S., Silva, G.L.S., Dornelas, M.E.O., D'Angelo, M.F.S.V., Oliveira, D.F. de, Lima, W. dos S., Pereira, C.A. de J., Silva, F.V. e, 2024. The effect of Momordica charantia extract on sheep infected with *H. contortus*. Research in Veterinary Science 180, 105401. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2024.105401>

Anwar, F., Ashraf, M., Bhangar, M.I., 2005. Interprovenance variation in the composition of *M. oleifera* oilseeds from Pakistan. Journal of the American Oil Chemists' Society 82, 45–51. <https://doi.org/10.1007/s11746-005-1041-1>

Athanasiadou, S., Githiori, J., Kyriazakis, I., 2007. Medicinal plants for helminth parasite control: facts and fiction. Animal 1, 1392–1400. <https://doi.org/10.1017/S1751731107000730>

Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F., Coop, R.L., 2001. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. Veterinary Parasitology 99, 205–219. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00467-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00467-8)

Azhar, R., Mahmood, M.S., Rao, Z.A., Ali, S., Mian, A.H., Rizwan, A., 2022. Anthelmintic activity of *M. oleifera* and *Azadirachta indica* against gastrointestinal nematodes of wild sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society* 73, 3989–3996. <https://doi.org/10.12681/jhvms.25876>

Bassetto, C.C., Albuquerque, A.C.A., Lins, J.G.G., Marinho-Silva, N.M., Chocobar, M.L.E., Bello, H.J.S., Mena, M.O., Niciura, S.C.M., Amarante, A.F.T., Chagas, A.C.S., 2024. Revisiting anthelmintic resistance in sheep flocks from São Paulo State, Brazil. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 24, 100527. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2024.100527>

Batista, L.F., Oliveira, L.L.D.S., Silva, F.V.E., Lima, W.D.S., Pereira, C.A. de J., Rocha, R.H.F., Santos, I.S., Dias Júnior, J.A., Alves, C.A., 2023. Anthelmintic resistance in sheep in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 37, 100821. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2022.100821>

Bizimenyera, E.S., Githiori, J.B., Eloff, J.N., Swan, G.E., 2006. In vitro activity of *Peltophorum africanum* Sond. (Fabaceae) extracts on the egg hatching and larval development of the parasitic nematode *Trichostrongylus colubriformis*. *Veterinary Parasitology* 142, 336–343. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.06.013>

Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology* 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Brazil, 2021. Regulamento técnico de manejo pré-abate e abate humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [Technical regulation on pre-slaughter handling and humane slaughter, and the stunning methods authorized by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply].

Cabardo, D.E., Portugaliza, H.P., 2017. Anthelmintic activity of *M. oleifera* seed aqueous and ethanolic extracts against *H. contortus* eggs and third stage larvae. *Int J Vet Sci Med* 5, 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2017.02.001>

Charlier, J., Rinaldi, L., Musella, V., Ploeger, H.W., Chartier, C., Vineer, H.R., Hinney, B., von Samson-Himmelstjerna, G., Băcescu, B., Mickiewicz, M., Mateus, T.L., Martinez-Valladares, M., Quealy, S., Azaizeh, H., Sekovska, B., Akkari, H., Petkevicius, S., Hektoen, L., Höglund, J., Morgan, E.R., Bartley, D.J., Claerebout, E., 2020. Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminth infections to the ruminant livestock industry in Europe. *Preventive Veterinary Medicine* 182, 105103. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.105103>

Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H.M., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, P.J., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 44, 35–44. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90141-U](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90141-U)

Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy, W.E., Prichard, R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M.A., Vercruyse, J., 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology* 136, 167–185. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.019>

Cos, P., Vlietinck, A.J., Berghe, D.V., Maes, L., 2006. Anti-infective potential of natural products: How to develop a stronger in vitro ‘proof-of-concept.’ *Journal of Ethnopharmacology* 106, 290–302. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.04.003>

Detmann, E., Silva, L.F.C., Rocha, G.C., Palma, M.N.N., Rodrigues, J.P.P., 2021. Métodos para análises de alimentos, INCT - Ciência Animal [Food Analysis Methods, INCT - Animal Science], 2nd ed. Produção Independente, Viçosa, MG, Brasil.

Dührkop, K., Fleischauer, M., Ludwig, M., Aksenov, A.A., Melnik, A.V., Meusel, M., Dorrestein, P.C., Rousu, J., Böcker, S., 2019. SIRIUS 4: a rapid tool for turning tandem mass spectra into metabolite structure information. *Nature Methods* 16, 299–302.

Fahey, J., 2005. *M. oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees Life J* 1. <https://doi.org/10.1201/9781420039078.ch12>

Fortes, F.S., Molento, M.B., 2013. Resistência anti-helmíntica em nematoides gastrintestinais de pequenos ruminantes: avanços e limitações para seu diagnóstico [Anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of small ruminants: advances and limitations for diagnosis]. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33.

Githiori, J.B., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet Parasitol* 139, 308–320. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.04.021>

Gopalakrishnan, L., Doriya, K., Kumar, D.S., 2016. *M. oleifera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food science and human wellness* 5, 49–56.

Hamm, R., 1986. Functional properties of the myofibrillar system and their measurements, in: Bechtel, P.J. (Ed.), *Muscle as Food*. Academic Press, Orlando, pp. 135–199. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02915-8>

Hannun, Y.A., Obeid, L.M., 2008. Principles of bioactive lipid signalling: lessons from sphingolipids. *Nat Rev Mol Cell Biol* 9, 139–150. <https://doi.org/10.1038/nrm2329>

Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., Hoskin, S.O., 2006. The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol* 22, 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>

Hoste, H., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Mueller-Harvey, I., Sotiraki, S., Louvandini, H., Thamsborg, S.M., Terrill, T.H., 2015. Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. *Vet Parasitol* 212, 5–17. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.06.026>

Howell, S.B., Burke, J.M., Miller, J.E., Terrill, T.H., Valencia, E., Williams, M.J., Williamson, L.H., Zajac, A.M., Kaplan, R.M., 2008. Prevalence of anthelmintic resistance on sheep and goat farms in the southeastern United States. *J Am Vet Med Assoc* 233, 1913–1919. <https://doi.org/10.2460/javma.233.12.1913>

Hubert, J., Kerboeuf, D., 1992. A microlarval development assay for the detection of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Vet Rec* 130, 442–446. <https://doi.org/10.1136/vr.130.20.442>

Korsor, M., 2017. Anthelmintic Effect of *M. oleifera* leaf Supplement on Gastrointestinal Parasites in Boer Goats 22, 106–125.

Kotze, A.C., Hunt, P.W., Skuce, P., von Samson-Himmelstjerna, G., Martin, R.J., Sager, H., Krücken, J., Hodgkinson, J., Lespine, A., Jex, A.R., Gilleard, J.S., Beech, R.N., Wolstenholme, A.J., Demeler, J., Robertson, A.P., Charvet, C.L., Neveu, C., Kaminsky, R., Rufener, L., Alberich, M., Menez, C., Prichard, R.K., 2014. Recent advances in candidate-gene and whole-genome approaches to the discovery of anthelmintic resistance markers and the description of drug/receptor interactions. *Int J Parasitol Drugs Drug Resist* 4, 164–184. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2014.07.007>

Leone, A., Spada, A., Battezzati, A., Schiraldi, A., Aristil, J., Bertoli, S., 2015. Cultivation, Genetic, Ethnopharmacology, Phytochemistry and Pharmacology of *M. oleifera* Leaves: An Overview. *Int J Mol Sci* 16, 12791–12835. <https://doi.org/10.3390/ijms160612791>

Mbogning Tayo, G., Josué, W., Komtangi, M., Yondo, J., Ngangout, A., Mbida, M., 2014. Anthelmintic Activity of *M. oleifera* Leaf Extracts Evaluated in Vitro on Four Developmental Stages of *H. contortus* from Goats. *American Journal of Plant Sciences* 05, 1702–1710. <https://doi.org/10.4236/ajps.2014.511185>

Medeiros, M.L.S., Alves, R.R.V., Napoleão, T.H., Paiva, P.M.G., Coelho, L.C.B.B., Bezerra, A.C.D.S., Silva, M.D.C., 2023. Anthelmintic effect of a water soluble *M. oleifera* lectin in rodents experimentally infected with *H. contortus*. *Parasitology International* 92, 102656. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2022.102656>

Min, B.R., Hart, S.P., 2003. Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science* 81, E102–E109. [https://doi.org/10.2527/2003.8114\\_suppl\\_2E102x](https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E102x)

Mwami, B., Maňourová, A., Hendre, P.S., Muchugi, A., Verner, V., Kariuki, P., Sulaiman, N., Polesny, Z., 2024. Traditional Knowledge, Use, and Management of *M. oleifera*

Among the Mijikenda Community in Kilifi, Kenya. *Plants* 13, 3547.  
<https://doi.org/10.3390/plants13243547>

NRC, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. The National Academies Press, Washington, DC.  
<https://doi.org/10.17226/11654>

Page, A., Johnstone, I., 2007. The cuticle. *WormBook : the online review of C. elegans biology* 1–15. <https://doi.org/10.1895/wormbook.1.138.1>

Popoola, J.O., Obembe, O.O., 2013. Local knowledge, use pattern and geographical distribution of *M. oleifera* Lam. (Moringaceae) in Nigeria. *Journal of Ethnopharmacology* 150, 682–691. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.043>

Ramos, E.M., Gomide, L.A., 2017. *Meat Quality Assessment: Fundamentals and Methodologies*. Editora UFV, Viçosa.

Sasidharan, S., Chen, Y., Saravanan, D., Sundram, K.M., Yoga Latha, L., 2011. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from plants' extracts. *Afr J Tradit Complement Altern Med* 8, 1–10.

Sayed, A.M.E., Omar, F.A., Emam, M.M.A.-A., Farag, M.A., 2022. UPLC-MS/MS and GC-MS based metabolites profiling of *M. oleifera* seed with its anti- *Helicobacter pylori* and anti-inflammatory activities. *Nat Prod Res* 36, 6433–6438.  
<https://doi.org/10.1080/14786419.2022.2037088>

Silva, D., Menezes, B., Fernandes Bettencourt, A., Frantz, A., Corrêa, M., Ruszkowski, G., Martins, A., Brum, L., Hirschmann, L., 2017. Método FAMACHA® como ferramenta para verificar a infestação parasitária ocasionada por *Haemonchus* spp. em ovinos [FAMACHA® method as a tool to assess parasitic infestation caused by *Haemonchus* spp. in sheep]. *Pubvet* 11, 1015–1021. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n10.1015-1021>

Silva, J.J.M. da, Campanharo, S.C., Paschoal, J.A.R., 2021. Ethnoveterinary for food-producing animals and related food safety issues: A comprehensive overview about

terpenes. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 20, 48–90. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12673>

Silva, F.V., Borges, I., Garcia, S.K., Sá, H.C.M., Silva, V.L., Araújo, A.R., Lima, J.A., Oliveira, L.L.S., Matos, A.M., Toral, F.L.B., 2023. Effect of space allowance during transport of Dorper x Santa Inês lambs on biochemical stress parameters and meat quality. *Small Rumin. Res.* 219. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.106910>

Stohs, S.J., Hartman, M.J., 2015. Review of the safety and efficacy of *M. oleifera*. *Phytotherapy Research* 29, 796–804.

Suarez, V.H., Cristel, S.L., Buseti, M.R., 2009. Epidemiology and effects of gastrointestinal nematode infection on milk productions of dairy ewes. *Parasite* 16, 141–147. <https://doi.org/10.1051/parasite/2009162141>

Ueno, H., Gonçalves, P.C., 1998. Manual para diagnóstico das helmintoses de ruminantes [Manual for the diagnosis of helminthiasis in ruminants]. Japan International Cooperation Agency - JICA.

Wheeler, T.L., Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., 2005. Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement. U.S. Meat Animal Research Center, USDA Agricultural Research Service, Clay Center, NE, USA.

Wood, I.B., Amaral, N.K., Bairden, K., Duncan, J.L., Kassai, T., Malone, J.B., Pankavich, J.A., Reinecke, R.K., Slocombe, O., Taylor, S.M., Vercruyse, J., 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology* 58, 181–213. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(95\)00806-2](https://doi.org/10.1016/0304-4017(95)00806-2)

Zhang, Y., Wu, W., Bai, Z., Zhang, H., Liu, H., Zhang, L., Luo, C., Chen, M., Lu, J., Gao, W., Wang, W., Liu, C., 2024. Investigation on parasite infection and anthelmintic resistance of gastrointestinal nematodes in sheep in Hinggan league (City), China. *BMC Vet Res* 20, 564. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04420-1>

## 7. Figuras e tabelas

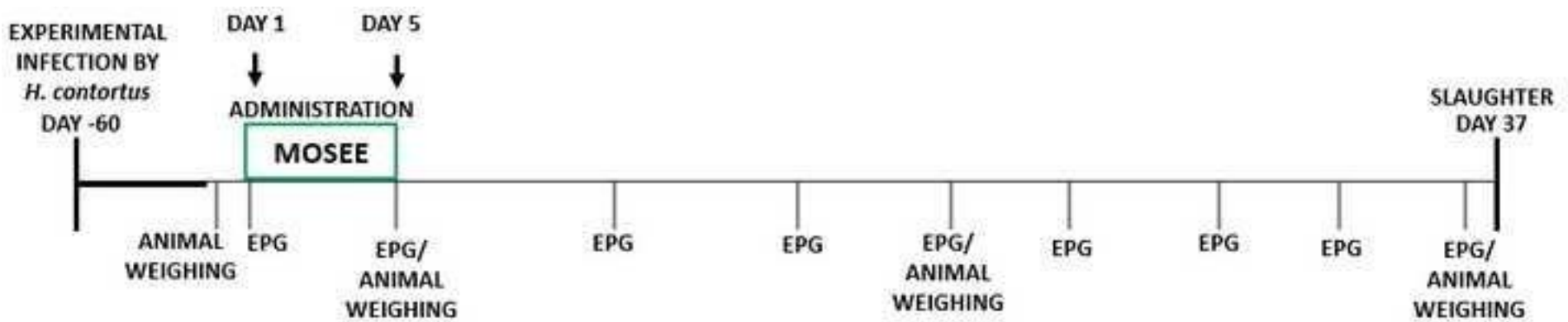
**Fig. 1.** Linha do tempo do experimento in vivo avaliando a administração do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM) em ovinos experimentalmente infectados com *Haemonchus contortus*.

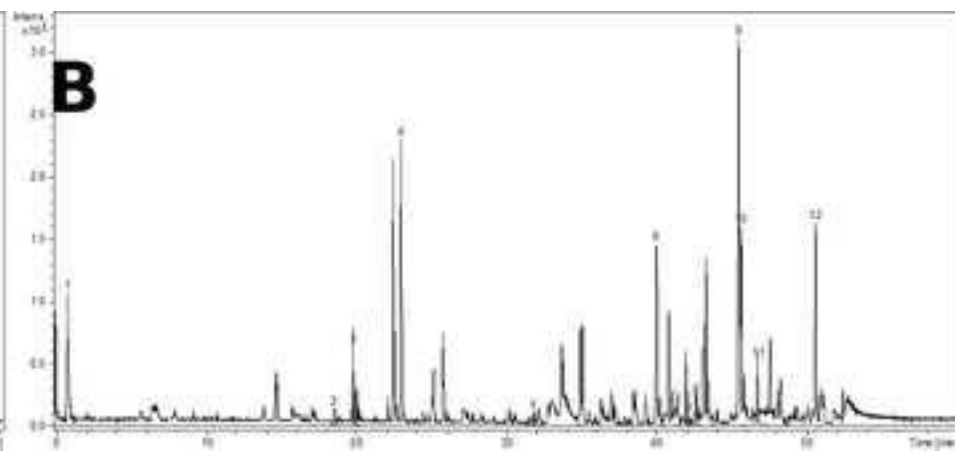
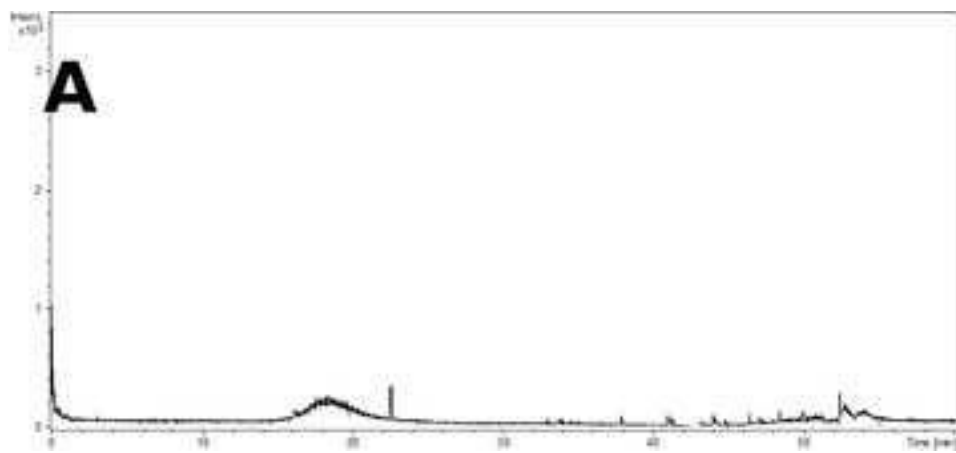
**Fig. 2.** Perfil cromatográfico por UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM). Cromatogramas adquiridos no modo de ionização positiva (ESI+): (A) branco de metanol e (B) EESM. Os compostos identificados putativamente estão listados na Tabela 1. As condições cromatográficas e espectrométricas estão descritas na seção Experimental.

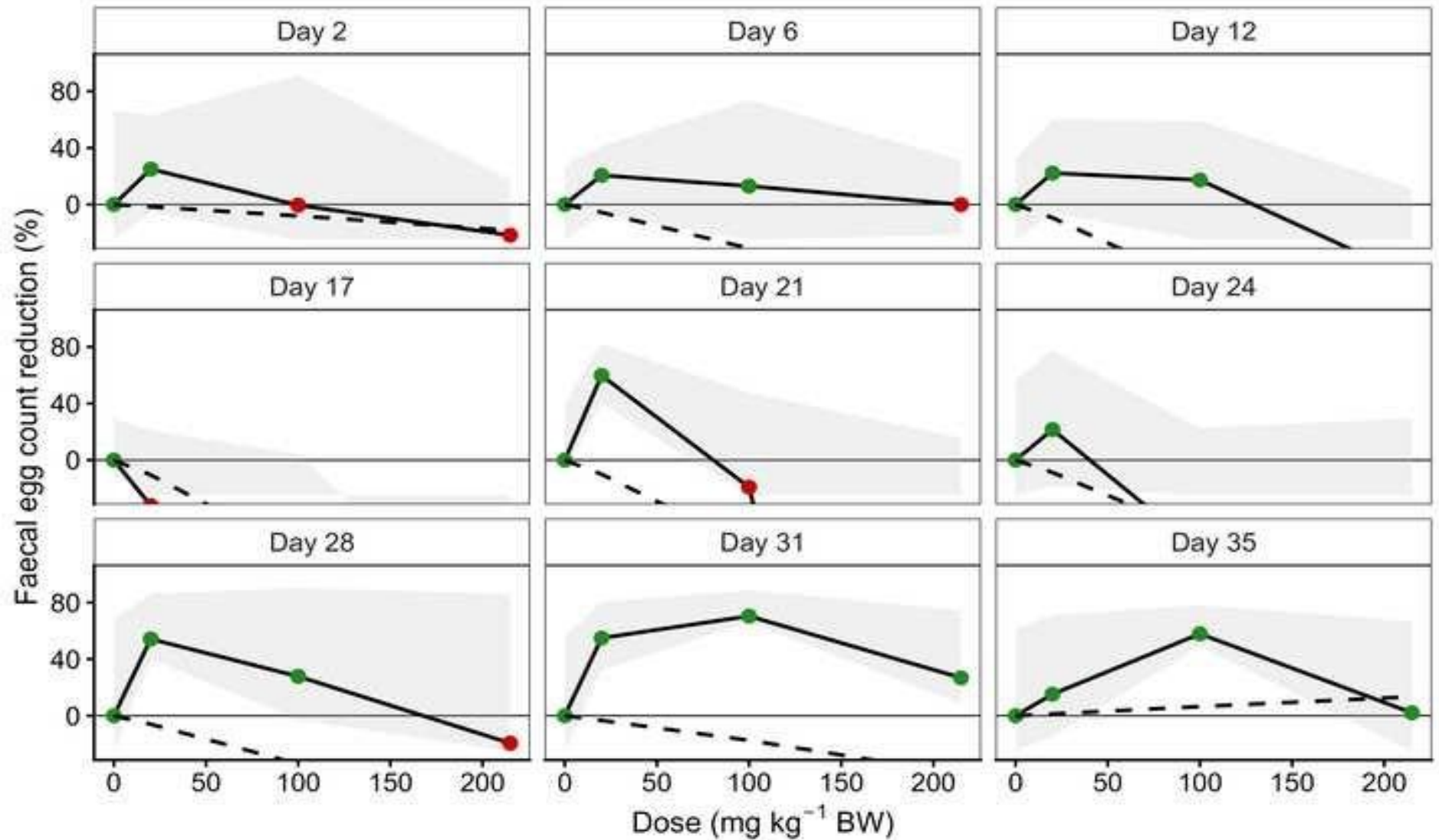
**Fig. 3.** Resposta temporal da eliminação de ovos de *Haemonchus contortus* em ovinos tratados com o extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM), expressa como a porcentagem de redução de ovos por grama de fezes (OPG) em função da dose e do tempo. As estimativas empíricas calculadas utilizando o método de Abbott são apresentadas como linhas contínuas e pontos, enquanto as linhas tracejadas representam previsões obtidas por modelagem estatística. As áreas sombreadas indicam o intervalo interquartil (Q1–Q3) da redução empírica. Os pontos verdes indicam redução positiva de OPG em relação ao grupo controle (efeito antiparasitário), enquanto os pontos vermelhos indicam valores negativos, correspondendo a aumento relativo do OPG em comparação ao controle no mesmo dia de avaliação. Para facilitar a visualização dos padrões de redução, o eixo Y foi limitado na faixa negativa sem alterar os valores observados ou as estimativas do modelo. Day = número de dias desde o início da administração do extrato. EPG = ovos por grama de fezes. A porcentagem de redução foi calculada utilizando a fórmula de Abbott: Reduction (%) =  $100 \times [1 - (\text{EPG}_{\text{treated}} / \text{EPG}_{\text{control}})]$  considerando o mesmo dia de avaliação. Os valores preditos foram obtidos a partir de um modelo misto binomial negativo descrito pela seguinte equação:  $\text{EPG} = \exp(6.973 - 0.0004019 \cdot \text{Dose} - 0.04049 \cdot \text{Day} + 0.0005888 \cdot \text{Day}^2 + 0.0006258 \cdot \text{Dose} \times \text{Day} - 1.81 \times 10^{-5} \cdot \text{Dose} \times \text{Day}^2)$ ; P = 0.0021.

**Fig. 4.** Redução de *Haemonchus contortus* em ovinos tratados com diferentes doses do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM), estimada utilizando o

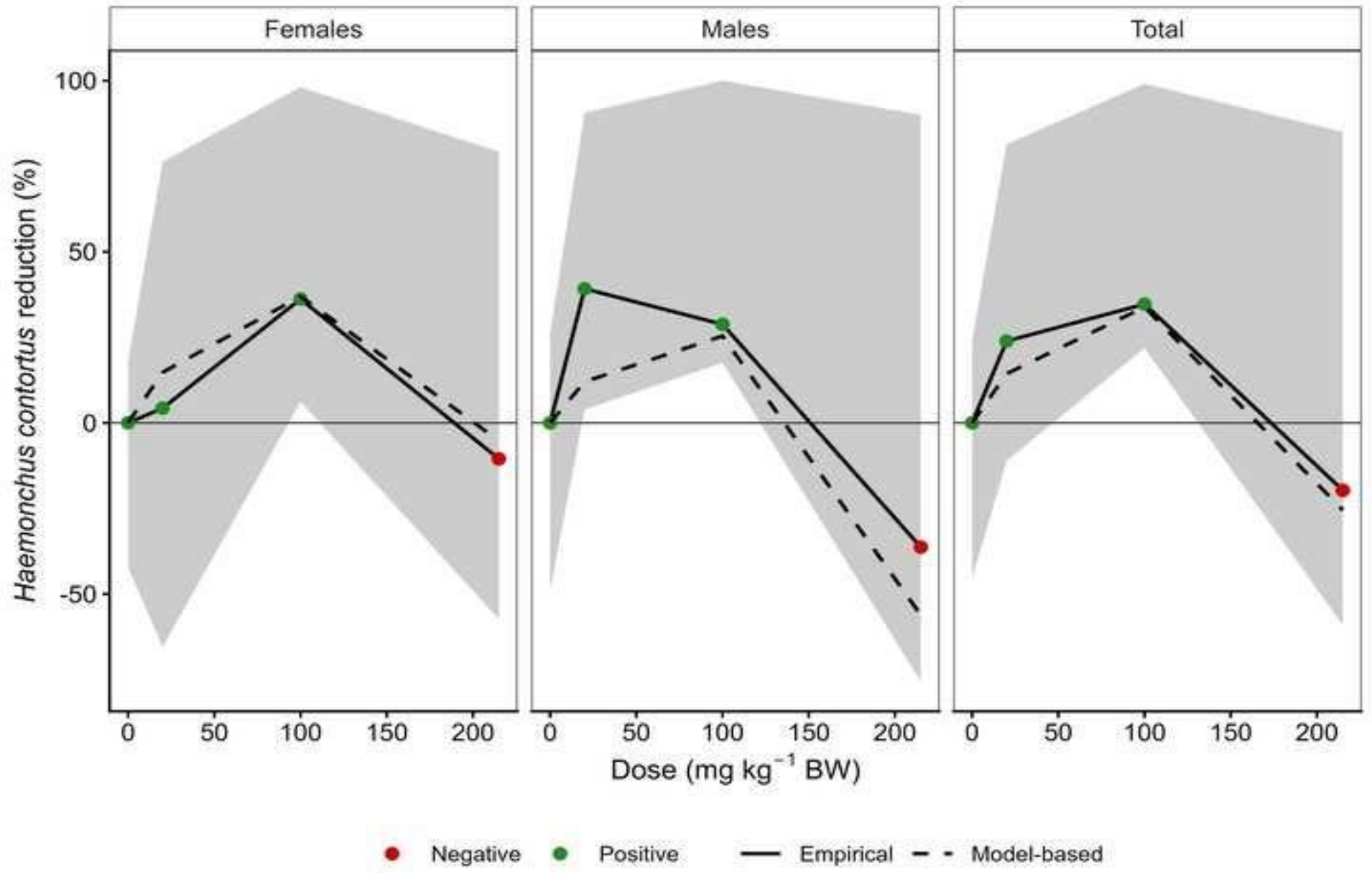
método empírico de Abbott (linha contínua e pontos) e modelagem estatística (linha tracejada), apresentada separadamente para fêmeas, machos e carga parasitária total. As áreas sombreadas representam o intervalo interquartil (Q1–Q3) da redução empírica. Os pontos verdes indicam redução positiva de *H. contortus* em relação ao grupo controle (efeito antiparasitário), enquanto os pontos vermelhos indicam aumento relativo em comparação ao controle. A porcentagem de redução foi calculada utilizando a fórmula de Abbott: Reduction (%) = 100 × [1 - (*H. contortus*(treated) / *H. contortus*(control))] considerando a dose 0 como controle. Os valores preditos foram obtidos a partir de modelos de regressão com função de ligação logarítmica e termos lineares e quadráticos de dose, descritos pelas seguintes equações: Para fêmeas  $\log(H. contortus) = 4.8436 - 0.008827 \cdot Dose + 4.2149 \times 10^{-5} \cdot Dose^2$  (P < 0.001); Para machos:  $\log(H. contortus) = 4.6372 - 0.007282 \cdot Dose + 4.3515 \times 10^{-5} \cdot Dose^2$  (P < 0.001); Para a carga parasitária total:  $\log(H. contortus) = 5.4635 - 0.008645 \cdot Dose + 4.5123 \times 10^{-5} \cdot Dose^2$  (P < 0,001).







● Negative ● Positive — Empirical - - Model-based



**Table 1**Compostos identificados no extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* (EESM) por UHPLC-ESI-QTOF-MS/MS.

No.	Composto (massa exata)	Tempo de retenção (min)	ESI+ (intensidade relativa, %)		Fórmula molecular	Classe química
			[M+H] <sup>+</sup> ion (m/z)	MS/MS fragmentos		
1	Sucrose <sup>b</sup> (342.1162)	0.9	[M+Na] <sup>+</sup> = 365.1056	365.1056 (100); 203.0528 (23); 185.0422 (8)	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	Sugar
2	Niazimicin <sup>a</sup> (357.1246)	18.6	[M+H] <sup>+</sup> = 358.1319	161.0595 (100); 358.1319 (48); 217.0858 (77); 253.1072 (68)	C <sub>16</sub> H <sub>23</sub> NO <sub>6</sub> S	Thiocarbamate glycoside
3	Hexadecasphinganine <sup>a</sup> (273.2668)	19.9	[M+H] <sup>+</sup> = 274.2742	274.2742 (100); 234.9517 (5); 256.2636 (4); 252.9623 (1)	C <sub>16</sub> H <sub>35</sub> NO <sub>2</sub>	Sphingolipid
4	Phytosphingosine <sup>b</sup> (317.2930)	23.0	[M+H] <sup>+</sup> = 318.3003	318.3003 (100); 300.2898 (13); 282.2792 (8); 270.2792 (2)	C <sub>18</sub> H <sub>39</sub> NO <sub>3</sub>	Sphingolipid
5	Linolenic acid <sup>a</sup> (278.2246)	31.8	[M+H] <sup>+</sup> = 279.2320	279.2320 (100); 234.9519 (35); 280.2347 (22); 137.1319 (21)	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	Fatty acid
6	Oleamide <sup>b</sup> (281.2719)	40.0	[M+H] <sup>+</sup> = 282.2794	282.2794 (100); 265.2528 (21); 226.2172 (2); 240.2329 (1)	C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO	Fatty amide
7	Palmitic acid <sup>a</sup> (256.2402)	42.2	[M+H] <sup>+</sup> = 257.2477	257.2477 (100); 172.6946 (10); 125.5477 (9)	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	Fatty acid
8	Oleic acid <sup>a</sup> (282.2559)	42.7	[M+H] <sup>+</sup> = 283.2636	247.2429 (100); 265.2527 (99); 167.1431 (50); 283.2638 (15)	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	Fatty acid
9	Unknown <sup>b</sup> (390.2770)	45.4	[M+Na] <sup>+</sup> = 413.2662	413.2662 (100); 301.1416 (5); 189.0161 (2); 171.0052 (2)	C <sub>24</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	-
10	bis(2-ethylhexyl) hexanedioate <sup>b</sup> (370.3083)	45.6	[M+Na] <sup>+</sup> = 393.2976; [M+H] <sup>+</sup> = 371.3156	147.0660 (100); 241.1817 (90); 259.1923 (69)	C <sub>22</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	Fatty acid
11	13-cis-docosenamide <sup>a</sup> (337.3345)	46.7	[M+H] <sup>+</sup> = 338.3420	338.3420 (100); 321.3149 (19); 303.3053 (8); 135.1166 (5)	C <sub>22</sub> H <sub>43</sub> NO	Fatty amide
12	Unknown <sup>b</sup> (430.3447)	50.6	[M+Na] <sup>+</sup> = 453.3335	453.3335 (100); 187.0366 (80)	C <sub>28</sub> H <sub>46</sub> O <sub>3</sub>	-

a Lista-alvo: íons precursoros [M+H]<sup>+</sup> correspondentes a compostos previamente relatados para a espécie vegetal na literatura e no banco de dados KNApSACk foram utilizados para anotação utilizando o software TargetAnalysis (Bruker).

b SIRIUS: anotação de compostos suportada por desconvolução espectral utilizando a plataforma online SIRIUS 6.3.3.

**Table 2**

Resultados descritivos do teste de eclosão de ovos e do teste de desenvolvimento larval do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM) contra *Haemonchus contortus*.

Concentração (mg/mL)	Teste de eclosão de ovos <sup>a</sup> (mediana)	Q1	Q3
3.125	0.0962	0.0735	0.1220
6.25	0.1070	0.0686	0.1640
12.5	0.1930	0.0680	0.3190
25	0.1930	0.1280	0.2660
50	0.2790	0.2270	0.2960
100	0.1850	0.1190	0.2850
Água destilada (água utilizada como controle negativo)	0.0773	0.0660	0.0896
Fenbendazole 0.04% (controle positivo)	0.1150	0.1030	0.1460
Concentração (mg/mL)	Teste de desenvolvimento larval <sup>a</sup> (mediana)	Q1	Q3
3.125	0.115	0.1110	0.120
6.25	0.116	0.0918	0.143
12.5	0.136	0.1180	0.146
25	0.124	0.0783	0.202
50	0.085	0.0717	0.124
100	0.079	0.0369	0.140
Água destilada (água utilizada como controle negativo)	0.100	0.0892	0.106
Fenbendazole 0.04% (controle positivo)	0.096	0.0560	0.108

a Os resultados descritivos para ovos e larvas foram resumidos utilizando medianas e intervalos interquartis (Q1–Q3) para cada concentração testada.

**Table 3**

Valores estimados de  $CL_{10}$  e  $CL_{20}$  obtidos no teste de eclosão de ovos do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM) contra *Haemonchus contortus*.

Concentração letal	Estimativa	Erro padrão	Limite inferior	Limite superior
$LC_{10}$	2.88	3.73	0.19	42.68
$LC_{20}$	4.23	3.75	0.67	26.75

LC: concentração letal.  $LC_{10}$  e  $LC_{20}$  representam as concentrações capazes de causar 10% e 20% de inibição da eclosão dos ovos, respectivamente, estimadas dentro da faixa de concentrações testadas experimentalmente.

**Table 4**

Médias ajustadas do consumo de matéria seca de ovinos recebendo doses crescentes do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM) (0, 20, 100 e 215 mg/kg de peso corporal), avaliadas durante a administração do extrato (dias 1–5) e em dois períodos pós-administração (dias 6–12 e 13–36).

Período	Tratamento	Média ajustada	EP	P-valor
Dias 1-5	Controle	2708.65	109.28	
	EESM20	2786.19	108.99	0.896
	EESM100	2558.75	109.23	0.652
	EESM215	2606.05	109.02	0.823
Dias 6-12	Controle	2926.36	109.48	
	EESM20	2992.54	109.19	0.925
	EESM100	2853.00	109.43	0.909
	EESM215	2769.83	109.23	0.627
Dias 13-36	Controle	2655.29	156.97	
	EESM20	2810.10	156.55	0.803
	EESM100	2726.50	156.90	0.960
	EESM215	2576.83	156.60	0.950

Tratamentos: Controle = 0 mg/kg de peso corporal; EESM20 = 20 mg/kg de peso corporal de EESM; EESM100 = 100 mg/kg de peso corporal de EESM; EESM215 = 215 mg/kg de peso corporal de EESM. As comparações entre cada dose e o controle foram realizadas utilizando o teste de Dunnett, considerando significância em  $P < 0,05$ . EP = erro padrão.

**Table 5**

Efeitos do extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM) no peso corporal, características de carcaça e qualidade de carne de cordeiros.

Variável	Controle	EESM20	EESM100	EESM215	EP	P-valor
BW (kg)	39.01	41.03	41.34	40.03	0.95	0.256
HCW (kg)	16.93	17.88	18.03	17.92	0.61	0.467
CCW (kg)	15.60	16.56	16.76	16.27	0.61	0.438
HCY (%)	43.45	43.66	43.61	44.91	1.12	0.689
CCY (%)	39.94	40.38	40.56	40.72	1.23	0.942
CL (%)	4.50	4.10	3.10	7.60	2.10	0.489
SFT (mm)	1.69	2.13	2.34	1.36	0.33	0.397
LEA (cm <sup>2</sup> )	14.03	13.35	14.20	12.54	0.66	0.306
LEA (cm <sup>2</sup> /100 kg)	83.64	75.60	78.57	70.21	3.80	0.085
Ph	5.77	5.61	5.59	5.61	0.06	0.142
Cond (mV)	70.86	78.93	81.70	80.03	3.58	0.123
Texture (N)	36.22	34.75	30.82	39.80	4.34	0.707
WHC (%)	16.05	14.43	15.76	15.22	0.79	0.356
Cooking loss (%)	27.61	26.26	28.69	28.76	2.42	0.957
L*	36.25	37.10	37.78	38.04	1.45	0.734
a*	8.93	9.65	10.69	9.54	0.74	0.258
b*	9.20	9.81	10.81	10.14	0.67	0.247
DPPH (%)	4.46	5.34	4.87	4.84	0.81	0.854

Letras diferentes indicam diferenças significativas em comparação ao grupo controle.

(Dunnnett test,  $\alpha = 0.05$ ). Médias ajustadas obtidas a partir de um modelo linear misto (efeito aleatório: baia; covariável: peso corporal inicial). Controle = grupo que não recebeu o extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* (EESM). EESM20 = 20 mg/kg de peso corporal; EESM100 = 100 mg/kg de peso corporal; EESM215 = 215 mg/kg de peso corporal. EP = Erro padrão. BW = peso vivo final; HCW = peso de carcaça quente; CCW = peso de carcaça fria; HCY = rendimento de carcaça quente; CCY = rendimento de carcaça fria; CL = perda por resfriamento; SFT = escore de gordura subcutânea; LEA = área de olho de lombo; Cond = condutividade elétrica; WHC = capacidade de retenção de água; L\* = luminosidade da carne; a\* = intensidade de vermelho; b\* = intensidade de amarelo; DPPH = 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

## **Declaração de Conflito de Interesses**

Os autores declaram que não possuem quaisquer interesses financeiros concorrentes ou relacionamentos pessoais conhecidos que possam ter influenciado o trabalho relatado no artigo intitulado **“Caracterização fitoquímica e atividade anti-helmíntica de um extrato etanólico de sementes de *Moringa oleifera* contra *Haemonchus contortus* com avaliação in vitro e in vivo e análise da qualidade da carne de cordeiros”**.

## **8. Considerações Finais**

A proposta deste trabalho de avaliar a potencial ação anti-helmíntica do extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* surgiu da necessidade de métodos complementares para o controle de helmintos gastrintestinais em ovinos, especialmente *H. contortus*. Esse parasito, de hábito hematófago, compromete a saúde e o desempenho produtivo dos animais, causando impactos econômicos importantes na ovinocultura.

A busca por alternativas complementares ao uso de anti-helmínticos sintéticos tem se intensificado devido ao avanço da resistência anti-helmíntica, que reduz a eficácia dos tratamentos convencionais e compromete o controle parasitário nos sistemas produtivos. Como consequência, podem ocorrer redução do ganho de peso, diminuição da fertilidade e aumento da mortalidade dos animais. Nesse contexto, métodos complementares capazes de auxiliar no controle parasitário, reduzir a pressão de seleção e prolongar a eficácia dos fármacos disponíveis tornam-se cada vez mais necessários. Além disso, tais alternativas devem apresentar viabilidade econômica, sustentabilidade e baixo impacto ambiental, características frequentemente associadas à fitoterapia.

A *M. oleifera* é uma espécie adaptada a regiões tropicais e subtropicais, com cultivo já estabelecido no semiárido mineiro, e estudos prévios demonstram a presença de compostos secundários com potencial antiparasitário. No presente trabalho, observou-se atividade ovicida do extrato etanólico das sementes de moringa, além da identificação de metabólitos lipofílicos, como ácidos graxos, amidas graxas, esfingolipídios e niazimicina, por meio das análises fitoquímicas.

Embora os resultados *in vitro* sejam promissores, avaliações *in vivo* são fundamentais, considerando que os compostos bioativos podem sofrer alterações durante o processo digestivo dos animais, além da necessidade de verificar possíveis efeitos sobre o desempenho produtivo, as características de carcaça e a qualidade da carne.

Nos resultados obtidos neste estudo, o extrato etanólico de sementes de moringa promoveu redução da carga parasitária de *H. contortus* no abomaso, reduzindo 28,8% dos machos, 36,2% das fêmeas e 34,7% da carga parasitária total na dose de 100 mg/kg de peso vivo. Além disso, o extrato não afetou negativamente o consumo alimentar, o desempenho produtivo, as características de carcaça ou a qualidade da carne dos animais.

Dessa forma, pode-se concluir que o extrato etanólico de sementes de *M. oleifera* apresenta potencial como alternativa natural complementar para o controle de helmintos gastrintestinais em pequenos ruminantes. Estudos futuros devem avaliar diferentes períodos e protocolos de administração, bem como a associação do extrato com anti-helmínticos sintéticos e sua aplicação em condições de infecção natural. Essas investigações poderão contribuir para consolidar o uso do extrato de sementes de *M. oleifera* em programas integrados de controle parasitário em pequenos ruminantes.