

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

MYLENA CATARINE FERREIRA BITTENCOURT

**USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE:
REVISÃO DE LITERATURA**

RIO LARGO- AL

2024

MYLENA CATARINE FERREIRA BITTENCOURT

**USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE:
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como parte do requisito para obtenção do título de bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof. Dra. Sandra Roseli Valerio Lana

RIO LARGO-AL

2024

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

B624u Bittencourt, Mylena Catarine Ferreira

Uso de óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte: revisão de literatura. / Mylena Catarine Ferreira Bittencourt - 2024.
30 f.; il.

Monografia de Graduação em Zootecnia (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2024.

Orientação: Dra. Sandra Roseli Valerio Lana

Inclui bibliografia

1. Nutrição de ruminantes. 2. Aditivos fitogênicos. 3. Desempenho animal. I. Título

CDU: 636.084

FOLHA DE APROVAÇÃO

MYLENA CATARINE FERREIRA BITTENCOURT

USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Alagoas, como parte do
requisito para obtenção do título de bacharel em
Zootecnia, aprovado em 11 de outubro de 2024.

Orientadora: Prof. Dra. Sandra Roseli Valerio Lana

Banca examinadora:



Documento assinado digitalmente
SANDRA ROSELI VALERIO LANA
Data: 25/10/2024 10:22:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Dra. Sandra Roseli Valerio Lana – CECA/UFAL –
Examinador Interno



Documento assinado digitalmente
ROMILTON FERREIRA DE BARROS JUNIOR
Data: 25/10/2024 14:36:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^º. Dr. Romilton Ferreira de Barros Junior – UFRN –
Examinador Externo



Documento assinado digitalmente
THAMYRES VALERIANO TEIXEIRA
Data: 28/10/2024 11:35:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Zootecnista Mestranda Thamyres Valeriano Teixeira -
UFAL- Examinadora Externa

DEDICO

Aos meus pais Rita e Roosevelt, ao meu filho Henry, minha maior motivação, meu esposo Renalvo por sempre me apoiar, meu irmão Fernando, aos meus familiares e amigos por sempre estarem comigo nessa longa jornada.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, por me ajudar a enfrentar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Aos meus pais Rita e Roosevelt, que me incentivaram nos momentos difíceis.

Ao meu filho Henry, que me mostrou uma força que eu não imaginava ter e onde eu descobri o amor verdadeiro.

Ao meu irmão Fernando, mesmo longe esteve sempre presente.

Ao meu esposo Renalvo, por sempre me ajudar.

Agradeço a minha família, meu alicerce. Em especial minha avó Madalena Ferreira (in memoriam).

Aos meus sogros Edlene e Renalvo, minha cunhada Rayane e minha sobrinha Maria Eloah, minha segunda família.

As minhas amigas de classe Alice, Larissa, Mércia, Mayanni e Dayane, agradeço por todo companheirismo.

Aos meus amigos particulares.

Agradeço à minha Orientadora professora Dra. Sandra Roseli Valerio Lana, que durante todo tempo me acompanhou dando o auxílio necessário.

Ao curso de Zootecnia do Campus de Engenharia e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas – UFAL pela formação acadêmica.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

A utilização de antibióticos na produção animal tem sido motivo de grande preocupação em relação à resistência antimicrobiana e a segurança pública, portanto, existe uma crescente busca de substitutos para os antibióticos. Nas últimas décadas, os aditivos alimentares derivados de plantas, como os óleos essenciais (OE), têm sido amplamente investigados como alternativa devido a suas funções biológicas. Nesse contexto, o objetivo dessa revisão de literatura é realizar um levantamento bibliográfico sobre a utilização de óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte e seus efeitos no desempenho produtivo. Os óleos essenciais são metabólitos secundários presentes em muitas plantas, que têm demonstrado efeitos positivos sobre o desempenho produtivo, sua capacidade de modificar a fermentação ruminal inibindo o crescimento de bactérias ruminais gram-positivas e gram-negativas, resulta na redução da metanogênese, diminuindo as concentrações de metano e acetado enquanto aumenta as concentrações de propionato. Ainda possuem atividade antioxidante, prevenção e tratamento de parasitas internos e externos. Com tudo, existem ainda alguns entraves quanto a sua utilização, pois necessitam de uma melhor compreensão do seu mecanismo de ação, dosagens e uso isolados ou em blend. Dessa forma, o OE tem potencial para ser utilizado como aditivo na dieta de bovinos de corte, contudo ainda são necessários mais estudos para expandir a compreensão e a sua utilização como aditivo.

Palavras-chave: nutrição de ruminantes, aditivos fitogênicos, desempenho animal

ABSTRACT

The use of antibiotics in animal production has been a cause for great concern regarding antimicrobial resistance and public safety, therefore, there is a growing search for substitutes for antibiotics. In recent decades, plant-derived food additives, such as essential oils (EO), have been widely investigated as an alternative due to their biological functions. In this context, the objective of this literature review is to carry out a bibliographical survey on the use of essential oils in beef cattle feed and their effects on production performance. Essential oils are secondary metabolites present in many plants, which have demonstrated positive effects on productive performance, their ability to modify ruminal fermentation by inhibiting the growth of gram-positive and gram-negative ruminal bacteria, resulting in the reduction of methanogenesis, reducing methane and acetate concentrations while increasing propionate concentrations. They also have antioxidant activity, prevention and treatment of internal and external parasites. However, there are still some obstacles to its use, as they require a better understanding of its mechanism of action, dosages and use alone or in a blend. Therefore, EO has the potential to be used as an additive in the diet of beef cattle, however more studies are still needed to expand understanding and its use as an additive.

Keywords: ruminant nutrition, phytogetic additives, animal performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 ADITIVOS FITOGÊNICOS	10
2.2 ÓLEOS ESSENCIAIS	11
2.3 POTENCIAL DOS ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA AOS AGENTES ANTIMICROBIANOS CONVENCIONAIS	15
2.4 UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM BOVINOS DE CORTE	16
2.5 IMPACTO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS NA FERMENTAÇÃO RUMINAL	18
2.6 ÓLEOS ESSENCIAIS: CONTROLE DE PARASITAS	19
2.7 RESTRIÇÕES AO USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS	21
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A produção de gado de corte está em constante aumento. Estudos consideram que com o crescimento populacional haverá um aumento de 14% no consumo de proteína animal até 2030, em comparação ao período 2018-2020. Países como Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, França, Reino Unido, Irlanda, Canadá, Brasil e Argentina são líderes na produção e exportação de carne bovina (GREENWOOD et al., 2021; VIEIRA; SANO; SILVA, 2022).

A produção pecuária moderna vem buscando a redução do uso de antibióticos e ionóforos, com isso surgem alternativas, como aditivos fitogênicos que são compostos heterogêneos com diferentes atividades biológicas tendo alguns benefícios semelhantes aos antibióticos promotores de crescimento (ROSSI et al., 2020; KURALKAR; KURALKAR, 2021). Foi demonstrado que diversos produtos fitogênicos têm efeitos benéficos e propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras, melhorando o desempenho, reprodução e qualidade do produto (KUMAR et al., 2014; LILLEHOJ et al., 2018; KURALKAR; KURALKAR, 2021).

Os óleos essenciais (OE) são um grupo de metabólitos secundários de plantas com potencial alternativo ao uso de antibióticos, estudos demonstram o potencial do OE na manipulação da fermentação ruminal através da atividade antimicrobiana, além disso atua de forma semelhante aos ionóforos, mitigando a metanogênese por meio da redução do fornecimento de hidrogênio para bactérias metanogênicas, tendo também um efeito inibitório no crescimento de bactérias gram-positivas (CALSAMIGLIA et al., 2007; PATRA; SAXENA, 2010; ALEMU et al., 2019).

Estudos relatam os efeitos benéficos dos óleos essenciais no desempenho animal, incluindo aumento do peso corporal, melhora da conversão alimentar e qualidade da carne (KAZEMI-BONCHENARI et al., 2018; WANG et al., 2020a; FERREIRA et al., 2024). Além disso suas propriedades antifúngicas e antivirais têm efeito sobre doenças que causam graves perdas econômicas como a mastite e doença respiratória bovina (DRB) (ABBOUD et al., 2015; KASAIAN; ASILI; IRANSHANI, 2016; AMAT et al., 2019).

Nesse contexto, o objetivo dessa revisão de literatura é realizar um levantamento bibliográfico sobre a utilização de óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte e seus efeitos no desempenho produtivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ADITIVOS FITOGÊNICOS

Os aditivos fitogênicos para rações são comumente definidos como compostos naturais derivados de plantas, fórmulas de ervas, extratos de plantas ou compostos bioativos que têm a capacidade de maximizar o desempenho animal e melhorar a qualidade dos produtos de origem animal (HASHEMI; DAVOODI, 2011; YANG et al., 2015).

Os aditivos fitogênicos são classificados de acordo com a parte da planta utilizada (planta inteira, raiz, caule, casca, folha, flor, fruto ou semente), hábito de crescimento da planta (gramíneas, ciperáceas, ervas, arbustos, trepadeiras ou árvores), habitat (tropical, subtropical ou temperado), com ação terapêutica (antibacteriana, antifúngica, anti-inflamatória, antiúlcera, antioxidante, antiviral, anticancerígena ou imunoestimulante) e vias de administração (tintura, decocção, maceração, xarope, inalação ou tisana) (HASHEMI; DAVOODI, 2011).

Além disso, podem ser divididos em glicosídeos, ácidos, polifenóis, polissacarídeos, terpenóides, flavonóides e alcalóides com base em seus principais princípios ativos e em óleo vegetal, extrato, pó ou lente com base na forma do produto (Tabela 1) (WANG et al., 2024).

Tabela 1. Função e princípios ativos de aditivos fitogênicos.

Planta herbácea	Parte utilizada	Princípio ativo	Função
Cravo da Índia (<i>Syzygium aromaticum</i>)	Flor	Eugenol	Estimulante digestivo; antisséptico; Aperitivo
Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	Folha	Cinamaldeído	Estimulante digestivo; antisséptico; Aperitivo
Coentro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Semente da folha	Linalol	Palatabilidade; estimulante digestivo
Gengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	Fruta	Capsaicina	Redução de odor e inchaço
Alho (<i>Allium sativum</i>)	Bulbo	Alicina	Melhora na atividade intestinal
Alecrim (<i>Rosmarinus Officinalis</i>)	Folha	Cineol	Função antimicrobiana
-	Planta inteira	Timol*	Antimicrobiana, antioxidante, imunoestimulante, anti-inflamatória

*Componente cristalino encontrado nos óleos essenciais. Fonte: Adaptado de Mirzaei-aghsaghali, 2012.

Os princípios ativos dos aditivos fitogênicos possuem uma capacidade de alterar o metabolismo do trato gastrointestinal como aumento das secreções digestivas, melhora da digestibilidade e absorção dos nutrientes, modulação do sistema imune e microbiota, consequentemente melhorando o desempenho produtivo (COSTA et al., 2013; KURALKAR; KURALKAR, 2021).

Possuem também propriedades antioxidantes devido a sua capacidade de fornecer elétrons ou íons de hidrogênio e deslocar elétrons desemparelhados dentro do anel de aromático fenólico de sua estrutura e são os mecanismos centrais de defesa das moléculas biológicas contra a oxidação (ABD EL-HACK et al., 2015; ABD EL-HACK et al., 2016; MAHGOUB et al., 2018).

Devido às suas propriedades os aditivos fitogênicos vêm chamando cada vez mais a atenção dos pesquisadores, dentre eles os óleos essenciais têm se destacado, principalmente por suas propriedades antimicrobianas, auxiliando na melhora do desempenho animal (GOIS et al., 2016, PANDEY et al., 2017; OH et al., 2017; ALEMU et al., 2019, MUTLU-INGOK et al., 2020).

2.2 ÓLEOS ESSENCIAIS

A Organização Internacional de Normalização (ISO) define óleos essenciais como “produtos obtidos a partir de uma matéria-prima natural de origem vegetal, por destilação a vapor, por processos mecânicos do epicarpo de frutas cítricas ou por destilação a seco, após separação do aquoso fase - se houver - por processos físicos” (ISO 9235, 2021).

Os óleos essenciais são geralmente líquidos voláteis, mas às vezes sólidos, extraídos de diversas partes das plantas aromáticas, incluindo as partes aéreas, geralmente constituídas por flores, folhas e caules (camomila, hortelã-pimenta, lavanda); casca (canela); frutas (anis); sementes (noz-moscada); bem como na raiz e nos rizomas (curcuma e gengibre) (LOSA, 2001; CANESHI et al., 2023).

Atualmente, quase 3.000 óleos essenciais foram descritos e 300 deles são comercialmente importantes, especialmente para as indústrias (CANESHI et al., 2023). O uso medicinal dos óleos essenciais, bem como dos remédios fitoterápicos produzidos a partir de plantas que contêm óleos essenciais, têm sido documentados há muito tempo principalmente para medicina humana em condições que pode haver o benefício de seus efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, broncodilatadores, expectorantes, atividade

anticonvulsivante, colagógica, analgésica e espasmolítica (MAFFEI; GERTSCH; APPENDINO, 2011).

Os óleos essenciais podem variar em qualidade, quantidade e composição de acordo com o clima, composição do solo, parte e idade da planta, estágio do ciclo vegetativo e, por fim, tipo de extração. Para obter uma composição constante, os OE devem ser extraídos nas mesmas condições, do mesmo órgão da planta que cresceu no mesmo solo, no mesmo clima e foi colhido na mesma estação. Por esse motivo, a maioria dos óleos essenciais comercializados são quimiotipados por espectrometria de massa e análise por cromatografia gasosa (BAKKALI et al., 2008).

Os OE são misturas naturais muito complexas que podem conter de 20 a 100 metabólitos secundários de plantas diferentes pertencentes a uma variedade de classes químicas diferentes, como álcoois aromáticos, ácidos, ésteres, cetonas, fenólicos, aldeídos e hidrocarbonetos (MOGHADDAM; MEHDIZADEH, 2017; PANDA et al., 2022). Os óleos essenciais são caracterizados por dois ou três componentes principais, principalmente terpenos, terpenóides e fenilpropanóides, em concentrações bastante mais altas (20-70%) do que outros componentes presentes em pequenas quantidades (BAKKALI et al., 2008).

Em alguns casos, os principais componentes são hidrocarbonetos, enquanto em outros, os principais derivados são oxigenados. Em um pequeno número de espécies de plantas, os derivados predominantes são princípios aromáticos (por exemplo, tomilho com timol e carvacrol e hortelã-pimenta com mentol). Normalmente, os componentes principais determinam as propriedades biológicas do OE (CANESCHI et al., 2023).

A atividade dos OE contra bactérias pode ser tanto bacteriostática (bloqueando o crescimento de bactérias) quanto bactericida (matando as células bacterianas). A eficácia terapêutica dos óleos essenciais pode ter um resultado diferente dependendo principalmente das diferentes bactérias alvo (Gram-negativas ou Gram-positivas) e das infecções bacterianas (agudas ou crônicas) (HAMMER; CARSON, 2011).

A natureza lipofílica dos OE e dos seus componentes faz com que consigam atravessar a membrana celular das bactérias e das mitocôndrias, desestabilizando a arquitetura celular, levando à ruptura da integridade da membrana e ao aumento da permeabilidade, o que provoca a perda de muitas atividades celulares, entre elas os processos de transporte de membrana, produção de energia e outras funções reguladoras metabólicas (TARIQ et al., 2019).

Os efeitos antibacterianos dos OE estão ligados ao vazamento de componentes celulares e à perda de íons, devido ao aumento da permeabilidade da membrana, bem como à redução do potencial da membrana e a interrupção das bombas de prótons levando à lise celular e morte

celular (OUSSALAH; CAILLET; LACROIX, 2006; TURINA et al., 2006; SAAD; MULLER; LOBSTEIN, 2013).

Ao diminuir o potencial de membrana, os óleos essenciais causam a despolarização das membranas mitocondriais e afetam o ciclo iônico do Ca^{++} , assim como outros canais iônicos. A permeabilização das membranas mitocondriais externas e internas leva à morte celular por apoptose e necrose. A partir da parede celular ou da membrana celular externa, as reações em cadeia invadem toda a célula, através das membranas de várias organelas, como mitocôndrias e peroxissomos (ARMSTRONG, 2006).

Algumas vezes os efeitos sistêmicos dos OE não podem ser atribuídos a somente um componente principal, uma vez que a combinação de várias moléculas modifica sua atividade para exercer um impacto significativo. A atividade de um OE é determinada por um ou mais dos seus componentes (BAKKALI et al., 2008; PETRETTO et al., 2013).

Além dos seus efeitos antibacterianos, os óleos essenciais também se destacam por apresentarem uma variedade de efeitos potenciais na nutrição animal, que impactam nas características produtivas (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito uso de óleos essenciais em bovinos de corte.

Óleo essencial	Efeitos	Uso	Referências
Alho (<i>Allium staviu</i>)	Antimicrobiana, antiparasitário	Aditivo alimentar	Campolina et al., (2021); Mashamha et al., (2010).
Óleo de Nim (<i>Azadirachta indica</i>)	Acaricida	Externo	Pasay et al., (2010); Ellse; Wall (2014); Fang et al., (2016)
Pimenta (Capsaicina)	Função ruminal, estresse térmico	Aditivo alimentar	McCarthy et al., (2015); Cunha et al., (2020); Abulaiti et al., (2021)
Pimenta (Óleo de Capsicum)	Função ruminal, redução de metano, estresse térmico	Aditivo alimentar	Cardoso et al. (2006); Rodríguez-Prado et al. (2012); Ah et al., (2017)
Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>)	Função bacteriostática, bactericida, antimicrobiana, ruminal	Aditivo alimentar, externo	Dal Pozzo et al. (2012); Ornaghi et al. (2017)
Cascas de frutas cítricas (Citral)	Antimicrobiano, função ruminal	Aditivo alimentar, externo	Gupta, Kumar e Khurana (2020)
Coentro (<i>Coriandrum sativum</i>)	Função ruminal, redução de metano, estresse térmico	Aditivo alimentar	Guash et al. (2016); Belanché et al. (2020); Rossi et al. (2022)
Capim Limão (<i>Cymbopogon citratus</i>)	Antiparasitário	Externo	Pazinato et al. (2016)
Óleo de cravo, canela (Eugenol)	Antimicrobiano, função ruminal, redução de metano, estresse térmico	Aditivo alimentar, externo, para fumigação	Ornaghi et al., (2017); Souza et al. (2019); Al-Suwaiegh et al. (2020); de Silva et al. (2020); Belanché et al. (2020); Danning et al. (2020); Rossi et al. (2022)
Planta de erva doce (Funcho)	Antimicrobiano	Intranasal (DRB), aditivo alimentar	Amat et al. (2019)
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Antimicrobiano, acaricida	Infusão mamária, externa	Abboud et al. (2015); Fang et al. (2016); Shang et al. (2016); Laabouri et al. (2017)
Óleo de Malaleuca (<i>Melaleuca alternifolia</i>)	Acaricida	Externo	Shang et al. (2013); Ellse e Wall (2014) ; Fang et al. (2016); Shang et al. (2016)
Hortelã (Mentol)	Estresse térmico, antiparasitário	Aditivo alimentar	Molefe et al. (2012) ; Reza-Yazdi et al. (2014); Braun et al. (2019)
Anis (<i>Pimpinella anisum</i>)	Antimicrobiano	Aditivo alimentar	Campolina et al. (2021)
Alecrim (<i>Sálvia rosmarinus</i>)	Antimicrobiano, função ruminal	Aditivo alimentar	Campolina et al. (2021) ; Souza et al. (2019)
Tomilho (Timol)	Antimicrobiano, função ruminal, redução de metano	Intranasal (DRB) ¹ , externo (mastite), aditivo alimentar	Kissels; Wu e Santos (2017); Souza et al. (2019); Danning et al. (2020); Gupta, Kumar e Khurana (2020)
Tomilho comum	Antimicrobiano, função ruminal, redução de metano	Aditivo alimentar	Abboud et al. (2015)

¹DRB= doença respiratória bovina. Fonte: Adaptado de Wells (2023).

Devido às suas propriedades os OE vêm despertando a atenção dos pesquisadores sobre o seu uso a fim de substituir os antimicrobianos na alimentação animal, somado a esse fator ainda há uma crescente preocupação em relação à segurança do consumidor devido aos casos de resistência bacteriana.

2.3 POTENCIAL DOS ÓLEOS ESSENCIAIS COMO ALTERNATIVA AOS AGENTES ANTIMICROBIANOS CONVENCIONAIS

O uso de antimicrobianos na bovinocultura revolucionou a indústria pecuária por desempenhar um papel na manutenção da saúde e garantia da segurança e produtividade da indústria. Os antimicrobianos são utilizados principalmente para o tratamento e prevenção de doenças, especialmente em ambientes de alta produtividade devido ao maior risco de infecção (KASIMANICKAM; KASIMANICKAM; KASIMANICKAM, 2021).

Contudo, o uso indiscriminado de antibióticos na produção animal levantou um alerta global quanto ao surgimento e disseminação de cepas bacterianas resistentes a antibióticos. Essa preocupação é decorrente do uso de antimicrobianos semelhantes aos utilizados na saúde humana, além do risco de resíduos nos produtos finais, como laticínios, carnes e seus derivados (WHO, 2015; ALVES JÚNIOR et al., 2017; BARBOSA et al., 2022).

Com a crescente pressão dos consumidores e as restrições impostas por vários países ao uso de antibióticos como promotores de crescimento, a indústria da carne bovina tem enfrentado o desafio de encontrar antimicrobianos alternativos que mantenha ou melhore o desempenho e sejam considerados seguros para a saúde humana (WANG et al., 2020b; KHAN et al., 2021; BARBOSA et al., 2022).

Os óleos essenciais apresentam propriedades antimicrobianas, incluindo ação antibacteriana, antiviral, antibiótica e antifúngica (BAKKALI et al., 2008; KASAIAN; ASILI; IRANSHANI, 2016). Dessa forma seu uso nos sistemas de produção de bovinos pode auxiliar no controle de doenças que causam perdas econômicas significativas, como a mastite e doenças respiratórias bovinas (DRB), além de poder auxiliar na melhoria do desempenho produtivo (AMAT et al., 2019; CANESHI et al., 2023).

Os óleos essenciais também podem ser usados como adjuvantes de antibióticos tradicionais, como tetraciclina, doxiciclina e tilmicosina, a fim de reduzir a dose eficaz e minimizar a resistência bacteriana. Carvacrol e timol demonstraram efeitos aditivos e sinérgicos quando combinados entre si ou com doxiciclina ou tilmicosina contra *P. multocida* e *M. haemolytica*, indicando que estes óleos essenciais podem ser usados como aditivo alimentar como uma nova terapia contra bactérias multirresistentes (KISSELS; WU; SANTOS, 2017).

A *Salmonella* está altamente associada a doenças de origem alimentar, mas pode ser inibida através do uso de óleos essenciais, pois estudos mostraram que o carvacrol e o trans-

cinamaldeído inibiram completamente o crescimento de todas as cepas de *Salmonella* enterica isoladas de perus, aves, bovinos, suínos e humanos (CALO et al., 2015).

Assim, os óleos essenciais oferecem uma alternativa promissora para controlar infecções e melhorar a saúde animal, especialmente em contextos onde a resistência aos antibióticos representa um desafio.

2.4 UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM BOVINOS DE CORTE

O uso de OE vem sendo estudado para bovinos de corte por seu potencial de manipular a fermentação ruminal com o objetivo de reduzir a excreção de nitrogênio, melhorar o uso de energia e nutrientes da dieta, redução da emissão de metano e melhora no desempenho animal sem prejudicar a saúde e/ou meio ambiente (COBELLIS et al., 2016; COBELLIS; TRABALZA-MARINUCCI; YU, 2016; BELANCHE et al., 2020).

Uma meta-análise realizada por Ferreira et al. (2024) observaram que houve um aumento no consumo de matéria seca (CMS), no ganho médio diário (GMD), demonstrando que o CMS pode ser afetado pela suplementação de OE, a depender do tipo e da dose utilizada, as doses avaliadas variaram de 57,1 a 1600mg/Kg MS consumida, assim o aumento do CMS pode estar relacionado com a baixa influência do OE na palatabilidade. Segundo Patra (2011), doses baixas de OE podem estimular o CMS, enquanto doses mais altas afetam negativamente. Um aumento no CMS promove uma maior oferta de substrato para os microrganismos do ruminais, o que pode levar a uma redução do pH ruminal (FANDIÑO; FERRET; CALSAMIGLIA, 2020).

Em um estudo realizado por Souza et al. (2019) para avaliar o impacto dos óleos essenciais no desempenho de novilhas Nelore, verificaram que os animais alimentados com misturas protegidas de OE (eugenol, timol e vanilina) apresentaram um CMS significativamente maior em comparação com aqueles alimentados com óleo essencial de alecrim. Além disso, o GMD aumentou consideravelmente nos grupos que receberam as misturas protegidas, resultando em uma melhoria significativa na eficiência alimentar.

Fugita et al. (2018) conduziram um estudo avaliando novilhos alimentados de três maneiras distintas: dieta controle, dieta com a adição OE de mamona e caju (que são ricos em ácidos ricinoleico, anacárdico, cardol e cardanol) e dieta com mistura de OE de orégano (rico em carvacrol), mamona e caju. A inclusão dos OE não teve efeito significativa no CMS e EA, mas a adição da mistura do OE de orégano, mamona e caju resultou em um aumento

significativo no ganho de peso em 14,7%, no peso final em 5,54% e no peso de carcaça em 5,37%, em comparação com os animais que não receberam OE.

Por sua vez, Ornaghi et al. (2017) investigaram o uso de OE extraídos da folha de cravo e canela em dietas com 90% de concentrado. Utilizando diferentes concentrações de OE, observaram que independentemente da fonte, houve um aumento significativo GMD e no peso final dos animais, resultando em aumentos médios de 14,7% no GMD e de 8,6% no peso final. Os animais também apresentaram um melhor CMS em comparação com aqueles sem OE. A melhoria no desempenho pode levar a uma redução no tempo de confinamento, o que consequentemente pode diminuir os custos operacionais, aumentar o número de ciclos produtivos e melhorar a rentabilidade nas propriedades. Os autores enfatizaram que a inclusão de OE nas dietas de bovinos depende da avaliação da relação custo-benefício desse aditivo.

Zhou et al. (2020) e Golbotteh et al. (2022) relataram que a suplementação de OE em bovinos reduziu a degradação proteica e a produção de amônia no rúmen, modificando o metabolismo do nitrogênio. Isso pode ser devido a maior sensibilidade das bactérias produtoras de hiperamônia (HABs) e bactérias proteolíticas a ação dos OE (SIMITZIS, 2017; KHOLIF; OLAFADEHAN, 2021).

Os OE possuem uma afinidade com os lipídios das membranas, exibindo assim propriedades antimicrobianas, combatendo bactérias, protozoários e fungos (GREATHEAD, 2003). Em sistemas de produção de bovinos confinados, os OE trazem benefícios significativos, incluindo melhorias no desempenho e redução de doenças metabólicas causadas pela alta inclusão de concentrado, como acidoses lácticas, laminites, paraqueratoses e abscessos hepáticos. Algumas evidências indicam que misturas de OE contendo limoneno, eugenol, vanilina, guaiacol e timol podem reduzir a incidência de abscessos hepáticos em animais que consomem grandes quantidades de concentrados, possivelmente devido à redução no crescimento de bactérias como *Fusobacterium necrophorum* (MEYER et al., 2009; TORRES et al., 2021).

As bactérias gram-positivas são mais suscetíveis aos efeitos dos OE do que as gram-negativas, um efeito semelhante ao observado com a monensina, o que reduz os riscos de acidose associados à alta proporção de concentrado na dieta e melhora o desempenho dos animais (BURT, 2004; MARSHALL e LEVY, 2011; MATOS et al., 2021).

A diminuição na produção de metano está associada ao aumento da produção de propionato durante a fermentação ruminal, isso se deve ao redirecionamento do hidrogênio disponível para a produção de propionato (WANG; XIONG; ZHAO, 2023).

O aumento da proporção de propionato no rúmen é uma característica nutricional desejável, pois reduz as perdas de energia devido a menor produção de metano e aumento do fornecimento de precursores gliconeogênicos (CARVALHO et al., 2021). Estudos realizados por Cobellis et al. (2016), relatam que o OE tem potencial de inibir bactérias como *Lachnospira multipara*, *Ruminococcus albus* e *Ruminococcus flavefaciens*, além de protozoários, o que favoreceria a produção de propionato.

Além dos efeitos sobre o desempenho, o uso de óleos essenciais também contribui para uma melhora na qualidade da carne, um estudo realizado por He et al. (2023) utilizando OE de orégano na dieta de bovinos de corte observaram que, a suplementação dietética de óleo essencial aumentou a capacidade antioxidante do músculo. Houve melhora na qualidade da carne, aumento da capacidade de retenção de água e manteve os padrões de coloração da carne. Além disso, aumentou as quantidades de aminoácidos essenciais e melhorou a composição e proporção de ácidos graxos na carne bovina.

2.5 IMPACTO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS NA FERMENTAÇÃO RUMINAL

A avaliação da função ruminal pode ser desafiadora, dada a sua complexidade, que abrange diversos fatores, como o metabolismo energético, microbiota ruminal e metanogênese. Para compreendê-la, é necessário quantificar a ingestão de matéria seca, realizar análise laboratorial do líquido ruminal e avaliar as emissões de metano (WELLS, 2023).

Um importante fator é a ingestão de matéria seca, pois o aumento da ingestão de matéria seca fornece mais nutrientes aos microrganismos ruminais, que irão fornecer mais nutrientes para a produção e composição do leite, crescimento, reprodução e condição corporal. Portanto, compreender o efeito dos OE na ingestão de matéria seca é fundamental para avaliar o que os animais estão consumindo (CONEGLIAN et al., 2019; TEOBALDO et al., 2020).

Baixas dosagens de OE não afetam a fermentação ruminal, porém doses mais altas têm efeitos negativos no CMS, podendo limitar o consumo. Em doses moderadas e dependendo do composto ativo, alguns óleos essenciais possuem a capacidade de modificar a fermentação ruminal, alterando a produção de ácidos graxos voláteis e metabolismo proteico (KHOLIF; OLAFADEHAN, 2021).

Estudos demonstraram que a óleo de capsicum, fornecida em dosagens crescentes de 125, 250 e 500 mg/d, resulta em um aumento na ingestão total de matéria seca em bovinos de corte. A óleo resina de Capsicum alterou os padrões de consumo de ração e aumentou as concentrações de ácidos graxos voláteis entre 6 e 10 horas após a alimentação (CARDOZO et

al., 2006; FANDIÑO et al., 2006; FANDIÑO et al., 2008; RODRIGUEZ-PRADO et al., 2012).

A combinação de óleos essenciais de capsaicina, carvacrol, cinamaldeído e eugenol demonstraram um ganho na eficiência alimentar associado à redução da proporção de acetato para propionato no fluido ruminal e alteração comportamento alimentar, sugerindo um efeito positivo na fermentação ruminal (SILVA et al., 2020).

Foi demonstrado que uma combinação comercialmente disponível de óleos essenciais microencapsulados contendo óleo de coentro , acetato de geranil e eugenol melhora a eficiência alimentar. Além disso, esta mistura diminuiu a produção de metano em 8,8% por dia, sugerindo benefícios ambientais e redução do desperdício de energia (GUASH et al., 2016; BELANCHE et al., 2020). Como o metano é um subproduto da fermentação entérica, a medição do metano expelido permite aos pesquisadores avaliar a eficiência alimentar e, portanto, a função ruminal de um animal, além de proporcionar benefícios ambientais (WELLS, 2023).

A adição de óleo essencial de tomilho à ração reduziu as emissões de metano em média 21,6% quando o aditivo alimentar foi adicionado com uma quantidade de 7,15 g/kg de matéria seca, e uma redução em média de 31,8% com a quantidade foi de 14,3 g/kg de matéria seca, sugerindo que o tomilho é um óleo essencial poderoso para mitigar a produção de metano em bovinos (LAABOURI et al., 2017). Outras misturas de óleos essenciais relatadas contendo timol, eugenol, cinamaldeído e carvacrol diminuíram a população de protozoários , metanógenos , bactérias proteolíticas e biohidrogenases, o que leva à fermentação ruminal ideal e à diminuição da metanogênese (DANNING et al., 2020).

A utilização de OE pode melhorar a função ruminal proporcionando um impacto positivo no crescimento, produção e meio ambiente através da melhoria da eficiência alimentar e diminuição da produção de metano.

2.6 ÓLEOS ESSENCIAIS: CONTROLE DE PARASITAS

Os custos econômicos anuais gerados por parasitas internos e externos são estimados em torno de 3 bilhões de dólares, com as moscas representam um custo adicional de mais de 2,2 bilhões de dólares (TARPOFF, 2021; KAUFMAN et al., 2021). Essas perdas financeiras são ainda mais expressivas em regiões subtropicais, como no Brasil, onde as perdas anuais devido a parasitas internos e externos ultrapassam os 13,96 bilhões de dólares, especialmente custos envolvidos com o controle de carrapatos na pecuária (LOPES et al., 2015).

Assegurar a saúde, o bem-estar e a produtividade dos animais é essencial, e o controle eficaz de parasitas desempenha um papel crucial nesse aspecto. Esses parasitas além de causarem prejuízos econômicos, também impactam no desempenho e segurança alimentar, ainda contribuem para o surgimento de doenças e um maior número de mortalidade (ABD EL-HACK et al., 2023).

O tratamento e a prevenção eficazes de parasitas internos e externos estão se tornando cada vez mais difíceis devido à resistência que muitos parasitas desenvolveram a medicamentos farmacêuticos tradicionais e produtos químicos, tornando seu controle cada vez mais complexo (LOPES et al., 2015). Além disso, a introdução de novas soluções no mercado também enfrenta desafios devido aos altos custos e ao longo período de desenvolvimento (GRAF et al., 2004).

Dessa forma os óleos essenciais surgem como uma alternativa promissora, diversas pesquisas investigaram os efeitos biológicos desses óleos contra ectoparasitas, como ácaros e carrapatos. Estudos demonstraram a eficácia significativa de óleos essenciais como orégano, lavanda, óleo de melaleuca e óleo de nim contra esses parasitas (MACCHIONI et al., 2006; PASAY et al., 2010; WALL; BATES 2011; SEDDIEK et al., 2013; SHANG et al., 2013; ELLSE E WALL, 2014; FANG et al., 2016; SHANG et al., 2016).

Componentes como geraniol, eugenol e carvacrol também demonstraram potencial promissor contra ácaros *Psoroptes ovis*, a avaliação in vivo do carvacrol em bovinos resultou na eliminação de 98,5% dos ácaros e causando apenas efeitos colaterais local leve e transitórios (CHEN et al., 2019).

Análises in vitro avaliaram diferentes óleos essenciais contra o carrapato *Rhipicephalus microplus*, sendo esse conhecido por causar estresse animal, redução do desempenho e por consequência impacto econômico negativo, os resultados demonstraram que os óleos essenciais de *Cymbopogon martini*, *Cymbopogon citratus* e *Cedrus atlantica* tem eficácia superior a 99% contra esse parasita (PAZINATO et al., 2016).

Os parasitas internos também apresentam efeitos prejudiciais, os animais normalmente contraem parasitas intestinais durante o pastejo, no qual os parasitas são ingeridos e passam a residir nos órgãos internos. Os sintomas de infecção que incluem irritação, perda de apetite, inflamação da membrana mucosa, diarreia, perda de massa corporal e problemas de saúde (MAGOSSİ et al., 2024).

Análises in vitro com os extratos brutos de *Artemisia afra* e *Mentha longifolia* contra nematóides gastrointestinais (*Haemonchus*, *Ostertagia*, *Chabertia*, *Nematodirus*, *Trichostrongylus* / *Teladorsagia*, *Bunostomum*) diminuíram significativamente a eclosão de ovos e inibiram o desenvolvimento larval, sugerindo que extratos de plantas podem ser

candidatos potenciais para o tratamento de infecções larvais gastrointestinais (MOLEFE et al., 2012).

Estudo com extratos de *Aloe ferox*, *Sonchus congestus*, *Senecio barbertonicus* e *Gardenia sp.* alcançaram taxas de mortalidade larval comparáveis ao medicamento comercial Tiabendazol, em concentrações de 2,5 e 5 mg/mL após 72 horas de incubação. Isso sugere que esses óleos essenciais de origem vegetal são promissores para uso no controle de parasitas internos em criadores de gado (CHITURA et al., 2019).

2.7 RESTRIÇÕES AO USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

A maioria dos estudos com OE demonstraram efeitos positivos, no entanto, embora tragam benefícios há alguns desafios a serem considerados. A ampla gama de mais de 3.000 óleos essenciais dificulta a investigação de cada um em relação à resposta biológica dos animais. Além disso, muitos estudos empregam misturas de óleos essenciais, tornando desafiador discernir qual óleo específico está provocando a resposta observada ou se a combinação de óleos é crucial para alcançar o efeito desejado (PAN et al., 2020; CANESHI et al., 2023).

Além disso, a eficácia dos OE depende de alguns fatores como a dieta, o estágio de crescimento e o estado de saúde do animal. O manejo e as condições de criação (idade, genética, desafios, condições ambientais) também podem contribuir para a inconsistência dos resultados obtidos (ABDELLI; SOLÀ-ORIOL; PÉREZ, 2021; YANG et al., 2015).

Os custos dos óleos essenciais podem ser significativos, sendo fundamental estabelecer a dosagem correta a fim de se obter uma melhora na saúde animal, desempenho e lucratividade. Embora alguns óleos essenciais, como capsaicina, cinamaldeído, carvacrol e eugenol, tenham sido amplamente estudados em ruminantes, devido ao grande número de OE, o estudo de alguns ainda são escassos (WELLSS, 2023).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de óleos essenciais possui potencial para ser utilizado como aditivo na dieta de bovinos de corte, diversos estudos demonstram os efeitos benéficos na manipulação da fermentação ruminal e no desempenho produtivo. Embora tenha efeitos benéficos, ainda há necessidade de mais estudos para uma melhor compreensão sobre o mecanismo de ação dos OE, dosagens e seus efeitos individuais ou em forma de blend. Há necessidade de se avaliar economicamente o seu uso e para determinar sua viabilidade em termos de custo-benefício para os produtores.

REFERÊNCIAS

- ABBOUD, M. et al. In vitro and in vivo antimicrobial activity of two essential oils *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* against bovine *Staphylococcus* and *Streptococcus* mastitis pathogen. **Middle East J. Agric. Res**, v. 4, p. 975-983, 2015.
- ABD EL-HACK, M. E. et al. Influences of dietary supplementation of antimicrobial cold pressed oils mixture on growth performance and intestinal microflora of growing Japanese quails. **International Journal of Pharmacology**, v. 11, n. 7, p. 689-696, 2015.
- ABD EL-HACK, M. E. et al. Peppermint essential oil and its nano-emulsion: Potential against aflatoxigenic fungus *Aspergillus flavus* in food and feed. **Toxicon**, v. 234, p. 107309, 2023.
- ABD EL-HACK, M. et al. Beneficial impacts of thymol essential oil on health and production of animals, fish and poultry: a review. **Journal of Essential Oil Research**, v. 28, n. 5, p. 365-382, 2016.
- ABDELLI, N.; SOLÀ-ORIOL, D.; PÉREZ, J. F. Phytogetic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. **Animals**, v. 11, n. 12, p. 3471, 2021.
- ABULAITI, A. et al. Effect of capsaicin supplementation on lactational and reproductive performance of Holstein cows during summer. **Animal Production Science**, v. 61, n. 13, p. 1321-1328, 2021.
- ALEMU, A. W. et al. Effect of encapsulated nitrate and microencapsulated blend of essential oils on growth performance and methane emissions from beef steers fed backgrounding diets. **Animals**, v. 9, n. 1, p. 21, 2019.
- AL-SUWAIEGH, S. B. et al. Effect of an essential oil blend on dairy cow performance during treatment and post-treatment periods. **Sustainability**, v. 12, n. 21, p. 9123, 2020.
- ALVES JÚNIOR, R. T. et al. Mesquite extract as phytogetic additive to improve the nutrition of sheep. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 7, 2017.
- AMAT, S. et al. Essential oils inhibit the bovine respiratory pathogens *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida* and *Histophilus somni* and have limited effects on commensal bacteria and turbinates cells in vitro. **Journal of applied microbiology**, v. 126, n. 6, p. 1668-1682, 2019.
- ARMSTRONG, J. S. Mitochondrial membrane permeabilization: the sine qua non for cell death. **Bioessays**, v. 28, n. 3, p. 253-260, 2006.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils—a review. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BARBOSA, S. N. et al. Blend of secondary metabolites from mesquite to improve nutrient digestibility, microbial protein, efficient use of nitrogen, ruminal parameters, and blood metabolites in sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 54, n. 5, p. 248, 2022.

BELANCHE, A. et al. A meta-analysis describing the effects of the essential oils blend agolin ruminant on performance, rumen fermentation and methane emissions in dairy cows. **Animals**, v. 10, n. 4, p. 620, 2020.

BRAUN, H.-S. et al. Dietary supplementation of essential oils in dairy cows: evidence for stimulatory effects on nutrient absorption. **Animal**, v. 13, n. 3, p. 518-523, 2019.

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

CALO, J. R. et al. *Salmonella Heidelberg* strain responses to essential oil components. **Journal of Food Research**, v. 4, n. 5, p. 73, 2015.

CALSAMIGLIA, S. et al. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.

CAMPOLINA, J. P. et al. Effects of a blend of essential oils in milk replacer on performance, rumen fermentation, blood parameters, and health scores of dairy heifers. **PLoS One**, v. 16, n. 3, p. e0231068, 2021.

CANESCHI, A. et al. Plant essential oils as a tool in the control of bovine mastitis: an update. **Molecules**, v. 28, n. 8, p. 3425, 2023.

CARDOZO, P. W. et al. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 10, p. 2801-2808, 2006.

CHEN, Z. et al. Acaricidal activity of plant-derived essential oil components against *Psoroptes ovis* in vitro and in vivo. **Parasites & vectors**, v. 12, p. 1-11, 2019.

CHITURA, T. et al. In vitro anthelmintic activity of seven medicinal plants used to control livestock internal parasites in chief Albert Luthuli municipality, South Africa. **Livestock Research for Rural Development**, v. 31, n. 2, p. 3, 2019.

COBELLIS, G. et al. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 25-36, 2016.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCI, M.; YU, Z. Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. **Science of the Total Environment**, v. 545, p. 556-568, 2016.

CONEGLIAN, S. M. et al. Effects of essential oils of Cashew and Castor on intake, digestibility, ruminal fermentation and purine derivatives in beef cattle fed high grain diets. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 2057-2070, 2019.

COSTA, L. B. et al. Herbal extracts and organic acids as natural feed additives in pig diets. **South African Journal of Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 181-193, 2013.

CUNHA, M. G. et al. Inclusion of pepper extract containing capsaicin in the diet of ewes in the mid-lactation period: effects on health, milk production, and quality. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e46791110020-e46791110020, 2020.

DAL POZZO, M. et al. Antibacterial activity of essential oil of cinnamon and trans-cinnamaldehyde against *Staphylococcus* spp. isolated from clinical mastitis of cattle and goats. **Acta scientiae veterinariae**, v. 40, n. 4, p. 1-5, 2012.

ELLSE, L.; WALL, R. The use of essential oils in veterinary ectoparasite control: a review. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 28, n. 3, p. 233-243, 2014.

FANDIÑO, I. et al. Anise and capsicum as alternatives to monensin to modify rumen fermentation in beef heifers fed a high concentrate diet. **Animal feed science and technology**, v. 145, n. 1-4, p. 409-417, 2008.

FANDIÑO, I. et al. Optimal dose and combination of anise and capsicum as modifiers of ruminal fermentation in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 84, 2006.

FANDIÑO, I.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. Dose and combinations of anise oil and capsicum oleoresin as rumen fermentation modifiers in vitro and in vivo with high concentrate diets fed to Holstein beef heifers. **Animal feed science and technology**, v. 260, p. 114363, 2020.

FANG, F. et al. In vitro activity of ten essential oils against *Sarcoptes scabiei*. **Parasites & vectors**, v. 9, p. 1-7, 2016.

FERREIRA, F. J. et al. Meta-analysis of the effects of essential oils on consumption, performance, and ruminal fermentation of beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, p. 115956, 2024.

GOIS, F. D. et al. Effect of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. **Livestock Science**, v. 183, p. 24-27, 2016.

GOLBOTTEH, M. M. et al. Dose-response effects of the Savory essential oil and extract on rumen fermentation characteristics, microbial protein synthesis and methane production. **Annals of Animal Science**, v. 22, n. 3, p. 1001-1014, 2022.

GRAF, J. F. et al. Tick control: an industry point of view. **Parasitology**, v. 129, n. S1, p. S427-S442, 2004.

GREATHEAD, H. Plants and plant extracts for improving animal productivity. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 279-290, 2003.

GREENWOOD, P. L. An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. **Animal**, v. 15, p. 100295, 2021.

GUPTA, R.; KUMAR, S.; KHURANA, R. Essential oils and mastitis in dairy animals: a review. **Haryana Vet.** V 59, p. 1-9, 2020.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F. Antibacterial and antifungal activities of essential oils. **Lipids and essential oils as antimicrobial agents**, p. 255-306, 2011.

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

HE, P. et al. Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. **Meat Science**, v. 205, p. 109317, 2023.

ISO 9235:2021(En), Matérias-Primas Naturais Aromáticas – Vocabulário. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:9235:ed-3:v1>. Acessado em 20 de março de 2024.

KASAIAN, J.; ASILI, J.; IRANSHAHI, M. Sulphur-containing compounds in the essential oil of *Ferula alliacea* roots and their mass spectral fragmentation patterns. **Pharmaceutical Biology**, v. 54, n. 10, p. 2264-2268, 2016.

KASIMANICKAM, V.; KASIMANICKAM, M.; KASIMANICKAM, R. Antibiotics use in food animal production: escalation of antimicrobial resistance: where are we now in combating AMR?. **Medical Sciences**, v. 9, n. 1, p. 14, 2021.

KAZEMI-BONCHENARI, M. et al. Essential oils improved weight gain, growth and feed efficiency of young dairy calves fed 18 or 20% crude protein starter diets. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 3, p. 652-661, 2018.

KHAN, R. U. et al. Potential applications of *Moringa oleifera* in poultry health and production as alternative to antibiotics: a review. **Antibiotics**, v. 10, n. 12, p. 1540, 2021.

KHOLIF, A. E.; OLAFADEHAN, O. A. Essential oils and phytogenic feed additives in ruminant diet: Chemistry, ruminal microbiota and fermentation, feed utilization and productive performance. **Phytochemistry Reviews**, v. 20, n. 6, p. 1087-1108, 2021.

KISSELS, W.; WU, X.; SANTOS, R. R. Interaction of the isomers carvacrol and thymol with the antibiotics doxycycline and tilmicosin: In vitro effects against pathogenic bacteria commonly found in the respiratory tract of calves. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 2, p. 970-974, 2017.

KUMAR, M. et al. Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review. **International Journal of Livestock Research**, v. 4, n. 9, p. 1-8, 2014.

KURALKAR, P.; KURALKAR, S. V. Role of herbal products in animal production—An updated review. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 278, p. 114246, 2021.

LAABOURI, F. Z. et al. Effect of a natural food additive rich in thyme essential oil on methane emissions in dairy cows. **Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires**, v. 5, n. 3, 2017.

LILLEHOJ, H. et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. **Veterinary research**, v. 49, p. 1-18, 2018.

- LOSA, R. The use of essential oils in animal nutrition. **Cahiers Options Mediterraneennes**, v. 54, p. 39-44, 2001.
- MACCHIONI, F. et al. Composition and acaricidal activity of *Laurus novocanariensis* and *Laurus nobilis* essential oils against *Psoroptes cuniculi*. **Journal of Essential Oil Research**, v. 18, n. 1, p. 111-114, 2006.
- MAGOSSI, G. et al. A single intranasal dose of essential oil spray confers modulation of the nasopharyngeal microbiota and short-term inhibition of *Mannheimia* in feedlot cattle: a pilot study. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 823, 2024.
- MAFFEI, M. E.; GERTSCH, J.; APPENDINO, G. Plant volatiles: production, function and pharmacology. **Natural product reports**, v. 28, n. 8, p. 1359-1380, 2011.
- MAHGOUB, S. A. M. et al. Improving growth performance and health status of meat-type quail by supplementing the diet with black cumin cold-pressed oil as a natural alternative for antibiotics. **Springer**, p. 51-64, 2018.
- MARSHALL, B. M.; LEVY, S. B. Food animals and antimicrobials: impacts on human health. **Clinical microbiology reviews**, v. 24, n. 4, p. 718-733, 2011.
- MATOS, A. M. et al. PSXI-16 Levels of a blend of clove, castor and cashew oils and microencapsulated active ingredients (eugenol, thymol and vanillin) on ruminal gram-positive bacteria population density. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. Supplement_3, p. 408-409, 2019.
- MCCARTY, M. F.; DINICOLANTONIO, J. J.; O'KEEFE, J. H. Capsaicin may have important potential for promoting vascular and metabolic health. **Open Heart**, v. 2, n. 1, p. e000262, 2015.
- MEYER, N. F. et al. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of animal science**, v. 87, n. 7, p. 2346-2354, 2009.
- MIRZAEI-AGHSAGHALI, A. Importance of medical herbs in animal feeding: A review. **Annals of Biological Research**, v. 3, n. 2, p. 918-923, 2012.
- MOGHADDAM, M.; MEHDIZADEH, L. Chemistry of essential oils and factors influencing their constituents. In: **Soft chemistry and food fermentation**. Academic Press, p. 379-419, 2017.
- MOLEFE, N. I. et al. In vitro anthelmintic effects of *Artemisia afra* and *Mentha longifolia* against parasitic gastro-intestinal nematodes of livestock. **Bangladesh Journal of Pharmacology**, v. 7, n. 3, p. 157-163, 2012.
- MUTLU-INGOK, A. et al. Antibacterial, antifungal, antimycotoxigenic, and antioxidant activities of essential oils: An updated review. **Molecules**, v. 25, n. 20, p. 4711, 2020.

OH, J. et al. Host-mediated effects of phytonutrients in ruminants: A review. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 7, p. 5974-5983, 2017.

ORNAGHI, M. G. et al. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, v. 234, p. 274-283, 2017.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; LACROIX, M. Mechanism of action of Spanish oregano, Chinese cinnamon, and savory essential oils against cell membranes and walls of *Escherichia coli* O157: H7 and *Listeria monocytogenes*. **Journal of food protection**, v. 69, n. 5, p. 1046-1055, 2006.

PAN, J. J. et al. Critical pharmaceutical process identification considering chemical composition, biological activity, and batch-to-batch consistency: A case study of notoginseng total saponins. **Chinese Herbal Medicines**, v. 12, n. 1, p. 29-35, 2020.

PANDA, S. K. et al. Essential oils as novel anthelmintic drug candidates. **Molecules**, v. 27, n. 23, p. 8327, 2022.

PANDEY, A. K. et al. Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. **Frontiers in microbiology**, v. 7, p. 228506, 2017.

PASAY, C. et al. Acaricidal activity of eugenol based compounds against scabies mites. **PloS one**, v. 5, n. 8, p. e12079, 2010.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, n. 11-12, p. 1198-1222, 2010.

PATRA, A.K. Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. **Asian Journal of Animal Veterinary Advances**, v. 6, n 5, p. 416-428, 2011.

PAZINATO, R. et al. In vitro effect of seven essential oils on the reproduction of the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. **Journal of advanced research**, v. 7, n. 6, p. 1029-1034, 2016.

PETRETTO, G. L. et al. Chemical and biological study on the essential oil of *Artemisia caerulescens* L. ssp. *densiflora* (Viv.). **Natural Product Research**, v. 27, n. 19, p. 1709-1715, 2013.

REZA-YAZDI, K. et al. Effects of specific essential oil compounds on, feed intake, milk production, and ruminal environment in dairy cows during heat exposure. **Int. J. Biol. Biomol. Agric. Food Biotechnol. Eng**, v. 8, p. 1394-1397, 2014.

RODRIGUEZ-PRADO, M. et al. Effects of cinnamaldehyde-eugenol and capsicum on rumen fermentation and feeding behavior in beef heifers fed a high-concentrate diet. **J. Anim. Sci**, v. 86, n. Suppl 2, p. 588, 2008.

ROSSI, B. et al. Single components of botanicals and nature-identical compounds as a non-antibiotic strategy to ameliorate health status and improve performance in poultry and pigs. **Nutrition Research Reviews**, v. 33, n. 2, p. 218-234, 2020.

- ROSSI, C. A. S. et al. Effect of a blend of essential oils, bioflavonoids and tannins on in vitro methane production and in vivo production efficiency in dairy cows. **Animals**, v. 12, n. 6, p. 728, 2022.
- SAAD, N. Y.; MULLER, C. D.; LOBSTEIN, A. Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 28, n. 5, p. 269-279, 2013.
- SEDDIEK, S. A. et al. The acaricidal efficacy of aqueous neem extract and ivermectin against *Sarcoptes scabiei* var. *cuniculi* in experimentally infested rabbits. **Parasitology Research**, v. 112, p. 2319-2330, 2013.
- SHANG, X. et al. Acaricidal activity of oregano oil and its major component, carvacrol, thymol and p-cymene against *Psoroptes cuniculi* in vitro and in vivo. **Veterinary parasitology**, v. 226, p. 93-96, 2016.
- SHANG, X. F. et al. Acaricidal activity of extracts from *Adonis coerulea* Maxim. against *Psoroptes cuniculi* in vitro and in vivo. **Veterinary parasitology**, v. 195, n. 1-2, p. 136-141, 2013.
- SIMITZIS, P. E. Enrichment of animal diets with essential oils—a great perspective on improving animal performance and quality characteristics of the derived products. **Medicines**, v. 4, n. 2, p. 35, 2017.
- SOUZA, K. A. et al. Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. **Livestock Science**, v. 220, p. 190-195, 2019.
- TARIQ, S. et al. A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. **Microbial pathogenesis**, v. 134, p. 103580, 2019.
- TEOBALDO, R. W. et al. Inclusion of a blend of copaiba, cashew nut shell and castor oil in the protein-energy supplement for grazing beef cattle improves rumen fermentation, nutrient intake and fibre digestibility. **Animal production science**, v. 60, n. 8, p. 1039-1050, 2020.
- TORRES, R. N. S. et al. Meta-analysis of the effects of essential oil as an alternative to monensin in diets for beef cattle. **The Veterinary Journal**, v. 272, p. 105659, 2021.
- TURINA, A. V. et al. Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning. **Biophysical chemistry**, v. 122, n. 2, p. 101-113, 2006.
- VIEIRA, D. L. M.; SANO, E. E.; SILVA, T. R. A classification of cultivated pastures in the Brazilian Cerrado for sustainable intensification and savanna restoration. **Ambio**, v. 51, n. 5, p. 1219-1226, 2022.
- WALL, R.; BATES, P. Sheep scab control using trans-cinnamic acid. **Veterinary parasitology**, v. 175, n. 1-2, p. 129-134, 2011.

WANG, J. et al. Phytogenic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. **Animal Nutrition**, 2024.

WANG, K.; XIONG, B.; ZHAO, X. Could propionate formation be used to reduce enteric methane emission in ruminants?. **Science of the Total Environment**, v. 855, p. 158867, 2023.

WANG, L. M. et al. Effects of essential oils and (or) benzoic acid in beef finishing cattle diets on the fatty acid profile and shelf life stability of ribeye steaks and ground beef. **Meat Science**, v. 168, p. 108195, 2020a.

WANG, L. M.; MANDELL, I. B.; BOHRER, B. M. Effects of feeding essential oils and benzoic acid to replace antibiotics on finishing beef cattle growth, carcass characteristics, and sensory attributes. **Applied animal science**, v. 36, n. 2, p. 145-156, 2020b.

WELLS, C. W. Effects of essential oils on economically important characteristics of ruminant species: A comprehensive review. **Animal Nutrition**, v.16, p. 1-10, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global action plan on antimicrobial resistance**. 2015. Disponível em: <https://www.emro.who.int/health-topics/drug-resistance/global-action-plan.html> Acessado em 01 de abril de 2024.

YANG, C. et al. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. **Pathogens**, v. 4, n. 1, p. 137-156, 2015.

ZHOU, R. et al. Effects of oregano essential oil on in vitro ruminal fermentation, methane production, and ruminal microbial community. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 3, p. 2303-2314, 2020.