

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

Utilização de óleos essenciais na pecuária leiteira: Revisão Bibliográfica

PYETRO HENRIQUE SOARES COLOMBO

JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

Utilização de óleos essenciais na pecuária leiteira: Revisão Bibliográfica

PYETRO HENRIQUE SOARES COLOMBO

Orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal,
como parte das exigências para graduação em
Zootecnia.

JABOTICABAL – SP
2º Semestre/2022

C718u

Colombo, Pyetro Henrique Soares

Utilização de óleos essenciais na pecuária leiteira:
Revisão Bibliográfica / Pyetro Henrique Soares Colombo.

-- Jaboticabal, 2022

69 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado
Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Mauro Dal Secco de Oliveira

1. Bovinocultura leiteira. 2. Nutrição animal. 3.
Aditivos. 4. Óleos essenciais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO: Zootecnia

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Utilização de óleos essenciais na pecuária leiteira: Revisão Bibliográfica

ACADÊMICO: Pyetro Henrique Soares Colombo

CURSO:
Zootecnia

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

Presidente: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira

Membro: Matheus Mello Silva

Membro: Lucas Azevedo Catananti

(Assinaturas)

Jaboticabal 13 / 12 / 22

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 13 / 12 / 22

Chefe do Departamento
Prof. Dr. EDNEY PEREIRA DA SILVA
Chefe do Departamento de Zootecnia
Matrícula Nº 422823-6

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, meus avós, meu irmão, minha namorada Victória e à República Filomena por todo apoio e ajuda nesse período de graduação.

AGRADECIMENTOS

À Deus primeiramente, por ter me guiado, abençoado e dado forças para eu conseguir completar minha trajetória na graduação.

À minha família, meu pai Renato, minha mãe Renata, meus avós Ana, Nivaldo, Angelina, Brandão e meu irmão João Pedro, por todo apoio e ajuda pra eu chegar onde estou.

À minha namorada Victória (Kisol) por todo companheirismo, paciência, amor, carinho e cumplicidade, sou grato por toda ajuda e apoio nos momentos difíceis. Por sempre motivar meus sonhos e me aconselhar em todos os momentos da minha vida.

À República Filomena que desde 2018 me agregou muitos ensinamentos e me trouxe amizades verdadeiras que levarei pra vida inteira.

Aos colegas de turma que viraram meus eternos amigos, obrigado por toda amizade e apoio.

Ao professor Mauro Dal Secco de Oliveira por toda orientação e ajuda.

OBRIGADO!

INDÍCE

<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	8
<u>2. OBJETIVO</u>	9
<u>3. REVISÃO DA LITERATURA.....</u>	10
<u>3.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE ADITIVOS ALIMENTARES PARA RUMINANTES.....</u>	10
3.2. FUNÇÃO DOS ADITIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL.....	13
3.3. PARTICULARIDADES SOBRE O USO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS.....	17
3.4. DEFINIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS.....	19
3.5. AÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS.....	25
<u>3.6. TIPOS DE ÓLEOS ESSENCIAIS USADOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL</u>	30
3.7. DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO ÓLEOS ESSENCIAIS.....	51
<u>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</u>	45
5. RESUMO.....	46
<u>6.SUMMARY</u>	47
<u>7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais plantas produtoras de óleos essenciais e suas propriedades medicinais.....	18
Tabela 2 – Diferença em relação ao tratamento controle na manipulação da fermentação ruminal em dietas de bovinos leiteiros.....	22
Tabela 3 – Efeito do óleo funcional sobre produção e composição do leite de vacas leiteiras.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –. Estratégias nutricionais para a redução do metano em ruminantes.....29

Figura 2 – Estruturas químicas presentes dentro do *Anacardium occidentale*.....37

1. INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são uma mistura de terpenóides aromáticos, líquidos e lipofílicos (Kohlert et al., 2000, citados por Coneglian, 2022), obtidos a partir de diferentes partes da planta, tais como, folhas, raízes, caule ou de mais de uma parte, sendo que a melhor tecnologia para extração destes óleos essenciais é por destilação a vapor, quando comparadas pela extração com metanol ou hidróxi-acetona.

Vários são os óleos essenciais, porém alguns deles, tais como o timol (extraído do tomilho – *Thymus vulgaris*), carvacrol (extraído do orégano – *Origanum sativum*), alina e alicina (extraídos do alho – *Allium sativum*), citrol e citronolol (extraídos de diversas plantas cítricas), mentol (extraído da menta – *Mentha piperita*) e cinamaldeído (extraído da canela – *Cinnamomum zeylanicum*) já possuem sua funcionalidade conhecida, além dos métodos de extração para estes óleos essenciais serem de fácil operação (CONEGLIAN, 2022).

Dentre os possíveis mecanismos de ação dos óleos essenciais no organismo animal, podem-se citar informações da microflora intestinal, aumento na digestibilidade e absorção de nutrientes, através do estímulo da atividade enzimática, melhora da resposta imune, controle na produção de amônia, modificações morfo-histológicas do trato gastrointestinal e atividade antioxidante (BERTONI et al., 2015; CONEGLIAN, 2022).

Os óleos essenciais são considerados aditivos fitogênicos e normalmente reconhecidos como substâncias seguras (MELO, 2019).

2. OBJETIVO

A presente revisão de literatura teve como objetivo, verificar a influência do uso de óleos essenciais na dieta de vacas leiteiras, sobre o desempenho e eficiência de produção, e aspectos sanitários dos animais.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma revisão da literatura que permitiu verificar a influência do uso de óleos essenciais na dieta de vacas leiteiras, sob vários aspectos. Para tal e maior facilidade de abordagem do tema, foram utilizados itens e subitens envolvendo os mais importantes aspectos relacionados com o desempenho produtivo, reprodutivo e sanitário de vacas em lactação.

Por meio das informações obtidas na literatura consultada, foi possível proporcionar subsídios e maiores esclarecimentos sobre a utilização de óleos essenciais envolvendo aspectos tais como: conceito e importância dos óleos essenciais, formas de utilização, características e efeitos sobre o consumo de nutrientes, produção e composição do leite, sanitário, dentre outros. Foram utilizadas informações de revistas especializadas em produção animal (nacionais e internacionais), sites, boletins técnicos, anais de congressos e simpósios, teses, dissertações e de livros especializados em pecuária leiteira.

3.1. Aspectos gerais sobre aditivos alimentares para ruminantes

Um dos métodos para reduzir o custo com alimentação na produção animal, é através do uso de aditivos alimentares. Aditivo pelo “Decreto 76.986 de 06 de janeiro de 1976” é: “Substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo, como os antibióticos, corantes, conservantes, antioxidantes entre outros” (OLIVEIRA et al., 2005).

Segundo o SINDIRAÇÕES (2009), aditivos são substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente às dietas dos animais, que normalmente não se consome como alimento, tenha ou não valor nutritivo, que afete ou melhore as características do alimento ou dos produtos de origem animal.

De acordo com a mesma fonte, os aditivos alimentares podem ser classificados da seguinte maneira:

Aditivos tecnológicos:

substância adicionada ao produto com fins industriais e/ou tecnológicos;

Aditivos sensoriais: substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou características visuais;

Aditivos nutricionais: substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto;

Aditivos zootécnicos: substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais;

Anticoccidianos: substância destinada a eliminar ou inibir protozoários;

Agonistas: substâncias utilizadas como repartidores de energia.

Geralmente, os aditivos tecnológicos e sensoriais são empregados pelo setor industrial, enquanto os aditivos nutricionais, zootécnicos e anticoccidianos são utilizados por toda a cadeia de alimentação animal. Entre os aditivos mais utilizados na alimentação de bovinos leiteiros, destacam-se os ionóforos, antibióticos promotores de desempenho, leveduras, sabões de cálcio, tamponantes, enzimas, ácidos orgânicos, extratos de plantas, própolis, entre outros (SINDIRAÇÕES, 2009).

Entre os aditivos citados anteriormente, os antimicrobianos, ionóforos ou não, são as substâncias mais estudadas e que apresentam maior segurança aos pecuaristas em relação aos benefícios gerados à produção leiteira. No entanto, a União Européia proibiu em 2006 a utilização destas substâncias como promotoras de desempenho, liberando o seu uso apenas para fins medicinais. Apesar de não utilizá-las em suas propriedades leiteiras, a comunidade européia estabeleceu níveis considerados seguros e monitora os resíduos destes compostos nos produtos lácteos adquiridos de outros países (SINDIRAÇÕES, 2009).

Atualmente, estes aditivos são incluídos em dietas de vacas leiteiras nos Estados Unidos, Brasil e em muitos outros países de destaque no cenário da produção leiteira mundial, entretanto, discussões sobre o risco de resíduos no leite e a saúde humana estão em evidência em todo o planeta. Neste sentido, pesquisas estão sendo desenvolvidas para ofertar produtos com efeito similar aos antimicrobianos sem, no entanto, oferecer riscos à saúde dos consumidores (SINDIRAÇÕES, 2009).

Os aditivos podem ser definidos como ingredientes dietéticos que têm a finalidade de produzir resposta favorável, contribuindo para um melhor desempenho e sanidade

animal, seja a partir de aumentos quantitativos e/ou qualitativos dos nutrientes disponíveis ou na eficiência de utilização destes nutrientes. (COSTA et al.,2012).

A instrução normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015 do ministério da agricultura pecuária e abastecimento define aditivo como substância, microorganismos ou produto formulado, adicionado intencionalmente, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais (BRASIL, 2015).

Os ruminantes são animais capazes de aproveitar e fazer a digestão de nutrientes de origem vegetal, como as forragens. Isso só é possível devido a relação mutuamente vantajosa que os microrganismos presentes no rúmen de bovinos de leite apresentam. A forragem fornecida ao animal é ingerida e fermentada pelos microrganismos, ou seja, a forrageira serve de alimento para bactérias, protozoários e fungos e consequentemente os mesmos devolvem ao animal nutrientes, todos devido a fermentação. A degradação do alimento tem que seguir uma ordem de equilíbrio de nutrientes, como proteína degradável no rúmen, vitaminas, minerais, porque assim tanto a vaca, quanto os microrganismos vão ser bem alimentados. (GARCIA, 2016).

Os aditivos são substâncias orgânicas ou inorgânicas que são adicionados ao alimento do ruminante com alguns objetivos, ou seja, para fermentação ruminal ou proteção da saúde do animal, que pode se resumir em melhorar o crescimento microbiano, reduzir, eliminar ou modificar os processos ineficientes de digestão e diminuir, retirar ou alterar os processos prejudiciais a vaca (animal hospedeiro). (GARCIA, 2016).

Existe no mercado grande quantidade de aditivos alimentares, registrados para utilização na alimentação de vacas leiteiras. (COSTA et al.,2012). Diante disso podemos mencionar sais aniônicos, adsorventes de micotoxinas, colina protegida e niacina, biotina, que são os aditivos que atuam diretamente na sanidade animal, e tamponantes, ionóforos, probióticos, leveduras e óleos essenciais, que, atuarão na fermentação ruminal, ora favorecendo condições de crescimento para bactérias benéficas, e ora excluindo bactérias maléficas ao sistema fermentativo. (GARCIA, 2016).

Os aditivos são usados para ajustar alguns pontos como: fermentação ruminal, digestão e absorção de nutrientes. Existem inúmeros aditivos no mercado, e sua escolha

deve ser feita levando em consideração o problema, para que servira o uso do mesmo, e qual a resposta esperada, ou seja, se vai ocorrer modificações após a utilização do respectivo aditivo (GARCIA, 2016).

Os compostos químicos provenientes de extratos vegetais, isolados ou em sinergia, ou mesmo a utilização de extratos vegetais na nutrição e manejo de ruminantes tornou-se importante nos últimos anos, apesar dos dados obtidos ainda não serem conclusivos. Grande parte dos trabalhos de investigação da ação dos extratos vegetais no metabolismo dos ruminantes refere-se, principalmente, a atuação dos extratos no ambiente ruminal. Nestas condições, verificam-se resultados semelhantes à utilização de ionóforos quanto aos produtos resultantes dos processos fermentativos e ao balanço populacional de bactérias e protozoários no ambiente ruminal (CONEGLIAN, 2022).

Para obtenção de melhores resultados na nutrição animal, devem ser administradas combinações de óleos essenciais de diferentes plantas e reforçados pelos princípios ativos mais relevantes (CONEGLIAN, 2022).

3.2. Função dos aditivos na nutrição animal

O principal uso dos aditivos na nutrição animal tem por finalidade manipular a fermentação ruminal e melhorar a eficiência na digestão e absorção dos nutrientes (Borges, 2012). Melhorar o crescimento microbiano, minimizando, eliminando ou alterando os processos ineficientes de digestão, ou de processos prejudiciais ao animal (GARCIA, 2016).

A nutrição animal é uma das principais ferramentas na bovinocultura de leite, o desenvolvimento de substâncias que possam modular a fermentação ruminal, buscando melhorar o aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos ruminais, são de grande relevância. Quando os nutrientes são ingeridos e processados pelos microrganismos é produzido ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana. Mas, durante esse processo de fermentação há perda de metano e de proteína por meio de nitrogênio amoniacal, podendo limitar a produtividade além de colaborar para a perda de nutrientes no ambiente (FREIRE, 2017).

3.3. PARTICULARIDADES SOBRE O USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

OLIVEIRA *et al.* (2019), afirmaram que a utilização de aditivos na alimentação de bovinos permite potencializar os ganhos no desempenho produtivo através da manipulação dos padrões de fermentação ruminal, gerando alterações na composição de microrganismos, tornando a síntese de produtos provenientes da digestão no rúmen mais eficiente, diminuindo as perdas de energia, bem como na redução de gases nocivos.

Em uma realidade promissora para a nutrição animal, com novos mercados consumidores de proteína sendo conquistados, cada vez busca-se novas tecnologias para garantir a eficiência na nutrição animal. A utilização dos aditivos na nutrição animal promove mais eficiência nos processos de produção, além de gerar o aumento na lucratividade devido a maior eficiência no processo de produção (LIMA, 2020).

A alimentação de vacas de alta produção continua desafiando produtores de leite e nutricionistas. Além disso, as margens de lucro das fazendas leiteiras variam conforme os preços do leite e os custos de ração mudam anualmente (EDUCAPOINT, 2022).

Os custos de alimentação representam o maior custo de insumo para produzir leite (estimado em 35 a 50%). Por isso, existem algumas estratégias de manejo que podem ser bastante eficientes para melhorar a nutrição e o desempenho dos animais. Uma dessas estratégias é o uso de aditivos (EDUCAPOINT, 2022).

Apesar dos benefícios comprovados de muitos aditivos em dietas de ruminantes, sua inclusão não corrige falhas de manejo alimentar. O objetivo de sua utilização é realizar um ajuste fino da dieta e promover melhorias quando o manejo já está adequado. A resposta refere-se às alterações de desempenho esperadas que o usuário poderia esperar ou antecipar quando um aditivo de alimentação é incluído e segundo Educapoint (2022), destaca alguns exemplos:

- Maior produção de leite (pico de leite e/ou persistência do leite);
- Aumento dos componentes do leite (proteína e/ou gordura);
- Maior ingestão de matéria seca;
- Estimular a síntese microbiana do rúmen da produção de proteínas e/ou ácidos graxos voláteis (AGV);
- Aumentar a digestão no trato digestivo;
- Estabilizar o ambiente ruminal e o pH;
- Melhorar o crescimento (ganho e/ou eficiência alimentar);

- Reduzir os efeitos do estresse térmico;
- Melhorar a saúde (como menos cetose, reduzir a acidose ou melhorar a resposta imune).

3.4. Definição de óleos essenciais

Os estudos, então, sobre óleos essenciais iniciados na década de 1920 e interrompidos posteriormente pelo advento da descoberta da Monensina Sódica, retornaram com muita força por muitos pesquisadores e instituições público-privadas (CALSAMIGLIA et al. 2007).

Uma característica marcante que os diferem das substâncias lipídicas é a volatilidade e variação de sua composição entre as diferentes partes da mesma planta (DORMAN & DEANS, 2000). Como exemplo, o óleo essencial obtido das sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) tem uma composição diferente do obtido a partir das folhas imaturas da mesma planta (DELAQUIS et al., 2002).

São encontrados mais facilmente nas famílias Asteraceae, Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Myristicaceae, Piperaceae e Rutaceae, entre outras (POSER ; MENTZ, 2004; SANTOS, 2004), e, geralmente são incolores ou ligeiramente amarelados.

A composição do óleo essencial de uma planta é determinada geneticamente, mas as condições ambientais são capazes de causar variações significativas, como a influência do ciclo vegetativo, em que a concentração de cada um dos constituintes do óleo pode variar durante o desenvolvimento do vegetal. O ambiente no qual o vegetal se desenvolve e o tipo de cultivo também influem sobre a composição química dos óleos essenciais (WILLIANS et al., 1998).

Seus constituintes variam desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e terpênicos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas, até compostos com enxofre. Na mistura, tais compostos apresentam-se em diferentes concentrações, e, normalmente, um deles é o composto majoritário, existindo outros em menores teores e alguns em baixíssimas quantidades (POSER; MENTZ, 2004).

Biologicamente, os óleos essenciais atuam na defesa contra herbívoros, insetos, microrganismos, outras plantas que competem por nutrientes e luz, e contra o efeito

prejudicial da luz UV. No entanto, executam, também, outras funções como atrativos para aves e insetos promoverem a polinização, diferenciação da cor, com a finalidade de camuflagem e sinais para promover a colonização por microrganismos simbióticos. Eles também podem ter um possível papel nutricional durante a germinação de sementes, particularmente os que contêm N (SAITO ; SCRAMIN, 2000; RALPHS et al., 2004).

Produtos patenteados já existem no mercado, como o Biostar® (Phytosynthèse, França) à base de alcachofra (*Cynara cardunculus* subesp. *Scolymus*), ginseng siberiano (*Eleutherococcus senticosus*) e feno-grego (*Trigonella foenum graceum*); o Crina® Ruminants (DSM Nutritional Products Ltd., Suíça), à base dos óleos essenciais timol, limoneno e guaiacol; e o Vertan® (IDENA, França), à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno (ARAUJO, 2010).

Os óleos essenciais são compostos aromáticos, voláteis, extraídos de plantas por destilação a vapor ou por solventes, que podem ter efeito flavorizante, estimulante da secreção enzimática, além de ter atividade antioxidante e antimicrobiana. Estes compostos, apesar de também atuarem como antimicrobianos, não são classificados como antibióticos por uma série de fatores, dentre eles a forma de atuação no organismo (WEBER et al., 2012) .

Os óleos essenciais são produtos obtidos de partes de plantas, mediante destilação por arraste com vapor d'água ou extração por solventes. Também podem ser chamados de óleos voláteis ou óleos etéreos, por serem de aparência oleosa à temperatura ambiente e não são, em si, essenciais, e recebem esse nome devido ao seu perfume (OLIVEIRA e GARASI, 2013).

Sendo classificados como metabólitos secundários de plantas, responsáveis pelo odor e cor característicos das mesmas. Podem ser extraídos de diversas partes, como raízes, colmos, casca, folhas, flores, sementes (KOHLERT et al., 2005 citados por JESUS, 2015).

De modo geral, o método mais usado é o de arraste a vapor (SANTOS et al., 2004).

Nessa técnica o vapor d'água passa através do tecido da matéria prima vegetal retirando o óleo que está dentro de suas glândulas. Logo que o óleo sai, ele sofre um choque térmico vaporizando o que o faz ser arrastado até atingir o condensador onde esse hidrolato (nome dado a essa água condensada com nutrientes resultante do processo de

extração) resfria-se voltando a fase líquida. Por fim, essa mistura sofre o processo de destilação que separa a água do óleo essencial (MUNDO DOS ÓLEOS, 2020).

Os óleos funcionais e essenciais são oriundos de vegetais e possuem características distintas. Os óleos essenciais são derivados de essências de especiarias como, alho, anis, pimenta, tomilho e orégano, possuindo essência e cheiro da planta de origem. Já os óleos funcionais possuem características semelhantes aos óleos essenciais, porém sem apresentar odor característicos das plantas de origem, como óleo de coco, castanha de caju e mamona (MAGALHÃES, 2016).

Cada óleo possui diferentes funções: antimicrobiana, anti-inflamatória, antihelmíntica, antioxidante, entre outras e combinação entre óleos pode gerar um produto mais completo pelo sinergismo entre seus componentes, gerando produtos mais desejáveis, culminando em uma melhor eficiência alimentar e um menor impacto ambiental. Contudo, deve ser pesquisado um maior número de óleos, com diversas combinações, em diferentes dosagens e com experimentos in vivo (STELLA et al. 2017).

Existem uma grande variedade de plantas possuem compostos bioativos com potencial para atuar como aditivos alimentares multifuncionais para os animais (Tabela 1) (GUIDOTTI, 2011).

Tabela 1. Principais plantas produtoras de óleos essenciais e suas propriedades medicinais.

Nome Popular	Gênero ou espécie	Princípio ativo (Principal)	Propriedade Medicinal
Canela	<i>Cinnamomum app</i>	Cinaladeido, Eugenol, Linabol	Antibacteriano, estimulante da digestão, antioxidante.
Orégano	<i>Origanum ssp</i>	Carvacrol, timol	Antibacteriano, antifúngica
Tomilho	<i>Thimus ssp</i>	Timol, carvacrol,	Antibacteriano, antioxidante, antifúngica
Pimenta vermelha preta	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Cineo, rosmaniol, rosmaricina, timol	Estimulante da digestão, antibacteriano, Antioxidante
Alecrim	<i>Sálvis ssp</i>	Cineol, rosmaniol, rosmaricina, timol	Estimulante da digestão, antioxidante, antibacteriano
Salvia		Cineol, pipeno, salviol	Estimulante da digestão, antibacteriano; antifúngica, antioxidante
Nós moscada		Sabinina	Estimulante da digestão e antidiarréico
Coentro		Linanol	Estimulante da digestão
Gengibre		Cingerol	Estimulante gástrico.

Fonte: Adaptado por Santos (2019).

São caracterizados quimicamente como misturas complexas de compostos de baixo peso molecular, os quais podem gerar sabores e/ou aromas. Não se misturam à água e podem ser extraídos de diferentes modos, como destilação a vapor, CO₂ supercrítico ou com utilização de solventes orgânicos (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Óleos essenciais contêm dois grandes grupos químicos, terpenóides e fenilpropanóides, que apresentam mecanismos de ação antimicrobiana diferentes, dependendo da interação com a membrana celular (DAVIDSON; NAIDU, 2000; DORMAN; DEANS, 2000; BENCHAAR et al., 2008b).

Segundo Domiciano; Silvério (2019) Os óleos essenciais são líquidos altamente concentrados extraídos de plantas aromáticas. O processo de extração desses óleos é normalmente realizado através da destilação por arraste a vapor, em que o vapor extrai os óleos essenciais da planta e depois é condensado. Após o processo de condensação e

separação do óleo essencial, sobra a água condensada, cheia de componentes hidrossolúveis, chamada de hidrolato, hidrossol, água floral ou água aromática. Até pouco tempo atrás, esse hidrolato era considerado um resíduo do processo de extração no Brasil. Hoje, ele é visto como um produto de alto valor agregado.

“O hidrolato é bastante conhecido no exterior, utilizado milenarmente na medicina tradicional persa e na culinária árabe, por exemplo. Países da Europa o utilizam bastante na produção de perfumes, cosméticos, como águas aromáticas e na gastronomia em geral. Ele também pode ser usado na conservação de alimentos, aumentando o tempo de prateleira dos produtos e até mesmo na produção de bebidas. No Brasil, seu uso ainda é incipiente, sendo utilizado na indústria de perfumes e cosmética” (DOMICIANO; SILVÉRIO, 2019).

Os óleos essenciais possuem muitas substâncias químicas diferentes (20-60 componentes em cada óleo), tais como álcoois, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, ésteres e éteres (Benchaar et al., 2007). Esse tipo de material possui atividade antioxidante devido a presença de compostos fenólicos. No entanto, compostos como os flavonóides e terpenóides também apresentam atividade antioxidante. Essas substâncias podem interceptar e neutralizar radicais livres, impedindo a propagação do processo oxidativo (HUI, 1996).

A composição dos óleos essenciais pode ser altamente variável dependendo de muitos fatores, tais como: o tipo de espécies da planta, sua fase de crescimento e as partes da planta utilizadas para extrair o óleo; o ambiente de crescimento da planta, como a composição do solo, temperatura ambiental, luz, umidade e estresse (HART et al., 2008); e os métodos de extração de óleos essenciais (OKOH, SADIMENKO e AFOLAYAN, 2010).

3.5. Ação dos óleos essenciais

Há cerca de 50 anos, Crane *et al.* (1957) foram provavelmente os primeiros a demonstrar os efeitos dos óleos essenciais sobre a fermentação ruminal, verificando que

limoneno e pineno eram capazes de inibir a formação de CH₄. Atividades antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, inseticida, antiprotozoários e antioxidante já foram observadas em muitos óleos essenciais (BURT, 2004).

Os óleos essenciais possuem mecanismos de ação similares a alguns ionóforos por suas semelhanças estruturais, capacidade de ação intra-celular em colonias Gram negativas e positivas, que os tornam eficientes moduladores da microbiota ruminal. Dessa forma, eles possuem potencial de substituir antibióticos ionóforos com a vantagem de serem substâncias seguras ao consumo humano (ZAGO et al. 2009).

Dentre os possíveis mecanismos de ação dos óleos essenciais no organismo animal, podem-se citar informações da microflora intestinal, aumento na digestibilidade e absorção de nutrientes, através do estímulo da atividade enzimática, melhora da resposta imune, controle na produção de amônia, modificações morfo-histológicas do trato gastro-intestinal e atividade antioxidante (BRUGALLI, 2003, citado por CONEGLIAN, 2022).

O mecanismo que parece melhor explicar a ação dos óleos essenciais é o de interação com a membrana celular e desestabilização da célula, incluindo uma alteração no transporte de elétrons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações dependentes de enzimas (BENCHAAAR et al., 2008).

Este mecanismo de ação faz com que os óleos essenciais sejam mais efetivos contra bactérias gram positivas, onde a membrana celular pode interagir diretamente com compostos hidrofóbicos dos óleos essenciais. No entanto, em contraste com a monensina e outros ionóforos, o pequeno peso molecular da maioria dos óleos essenciais permite que eles cruzem a parede celular de bactérias gram negativas, sendo também ativa contra estes microrganismos (Calsamiglia et al., 2007). Helander et al. (1998) testaram a capacidade inibitória do timol e o carvacrol em *E. Coli* e *Salmonella* e observam redução na quantidade de ATP intracelular e aumento no ATP extracelular, indicando que houve um rompimento na membrana plasmática da *E. coli*.

Outros mecanismos como a inibição da síntese de RNA, DNA e proteínas também têm sido sugeridos. De fato, a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais não está envolvida com apenas um modo específico de ação, mas sim com vários alvos celulares, devido a sua variedade de componentes (Benchaaar et al., 2008). Os estudos com o uso dos óleos essenciais na nutrição dos ruminantes iniciaram-se na década de 60, no entanto,

somente após a proibição do uso de antibióticos como moduladores da fermentação ruminal, ganharam grande expressão (BENCHAAAR et al., 2008).

- MODULAÇÃO DA FERMENTAÇÃO RUMINAL

A ênfase maior tem sido dada na modificação do padrão de fermentação ruminal e do metabolismo a fim de melhorar o desempenho animal e reduzir o impacto no meio ambiente. A complexidade estrutural e diversidade de plantas, entretanto, é um fator limitante no progresso de pesquisa nesta área do conhecimento (TEDESCHI et al., 2011).

A maioria dos dados disponíveis na literatura sobre óleos funcionais para ruminantes advém de estudos *in vitro* (MCINTOSH et al., 2003; NEWBOLD et al., 2004; CASTILLEJOS et al., 2005).

No entanto, alguns estudos *in vivo* já foram realizados para avaliar a eficácia de óleos funcionais em manipular fermentação ruminal e melhorar a utilização de nutrientes e o desempenho de vacas leiteiras (BENCHAAAR et al., 2006; BENCHAAAR et al., 2008a; BENCHAAAR; CHOUINARD, 2009).

Na Tabela 2 estão relacionados alguns resultados com gado leiteiro.

Óleos	Teste	Dosagem	Substrato	AGV	C ₃	pH	CH ₄ t	CH ₄ kg/MS	DMS	Comentários	Referências
Crina	<i>In vivo</i>	2g dia	42:58	=	=	+	NA	NA	+	Melhor digestibilidade, aumento da produção de leite e alteração da composição do leite.	Benchaaar et al. (2006)
Crina	<i>In vivo</i>	0,75 g dia	50:50	+	+	=	NA	NA	=	Não alterou a produção e a composição do leite	Benchaaar et al. (2007)
Blend	<i>In vivo</i>	0,5 g dia	34:66	=	=	=	NA	NA	=	Não alterou a produção e a composição do leite	Tager e Krause (2011)
Blend	<i>In vivo</i>	10 g dia	34:66	=	=	=	NA	NA	=	Reduziu o CMS	Tager e Krause (2011)
Orégano	<i>In vivo</i>	0,25 g dia	58:42	=	=	=	-	-	=	Diminuiu a amônia e o N urinário	Hristov et al. (2014)
Orégano	<i>In vivo</i>	0,5 g dia	58:42	=	=	=	-	-	=	Diminuiu a amônia e o N urinário	Hristov et al. (2014)
Orégano	<i>In vivo</i>	0,75 g dia	58:42	=	=	=	-	-	=	Diminuiu a amônia e o N urinário	Hristov et al. (2014)

Tabela 2. Diferença em relação ao tratamento controle na manipulação da fermentação ruminal em dietas de bovinos leiteiros.

Dentre as diversas alternativas, os óleos essenciais ou os extratos de plantas, mostraram-se eficientes por possuírem diversos princípios ativos que podem ser utilizados, isolados ou em sinergia, conferindo-lhes diferentes modos de ação, dificultando possíveis surgimentos de resistência bacteriana (CUTRIM et al., 2019).

Cardozo et al. (2004), ao avaliar os efeitos do óleo essencial de canela em animais fistulados por um período de 8 dias de adaptação, utilizaram um meio de cultura com pH 7,0 e observaram que duas horas após a alimentação, ocorreu aumento na razão C2:C3 de 2,5 para 2,8 em relação ao tratamento controle. Os autores relataram que esse efeito não foi mais observado após o 6º dia, atribuindo esse resultado à provável adaptação das bactérias ao óleo essencial.

Segundo Evans et al. (2000), os óleos essenciais podem apresentar efeitos a curto prazo na fermentação microbiana, pois a adaptação do ecossistema ruminal com a utilização de óleos essenciais pode ocorrer após seis dias de inclusão na dieta. Nesse sentido, foi relatado que os óleos de cinamaldeído, alho, anis e orégano foram capazes de aumentar a produção de propionato e diminuir a de acetato durante os primeiros seis dias do período de adaptação, não havendo diferenças após esse período (CARDOZO et al., 2006).

Alguns óleos essenciais possuem capacidade semelhante aos ionóforos atuando seletivamente sobre as populações microbianas do rúmen, alterando o padrão fermentativo, reduzindo a relação acetato (C2): propionato(C3) e a produção de metano (CH₄), tornando o rúmen energeticamente mais eficiente (Calsamiglia et al.; 2007). O principal efeito dos óleos essenciais observado no rúmen é a redução da degradação da proteína e do amido, devido à ação seletiva em certos organismos ruminais, especificamente em bactérias cujo modo de ação proposto é o efeito no padrão de colonização, em particular nos substratos ricos em amido (HART et al., 2008).

Patra et al. (2013), ao avaliar doses crescentes de óleo essencial de orégano, in vitro, observaram um decréscimo na concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (99,5; 98,3; 90,0 e 61,0 para o controle e as doses 0,25 g/L; 0,50 g/L e 1,00 g/L,

respectivamente) e um aumento na proporção molar de C2 e um decréscimo de C3, cujos valores passaram de 2,5 para 2,22; 3,19 e 2,85 para as doses de 0,25 g/L; 0,50 g/L e 1,00 g/L, respectivamente.

Vakili et al. (2013), ao trabalharem com óleos essenciais de tomilho e canela na dieta de animais em crescimento, não observaram efeito no consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso diário (GMD), eficiência alimentar (EA), pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). No entanto, foi observado aumento na proporção molar de C3 e redução do C2, gerando assim queda na relação C2:C3. Ou seja, a melhora na eficiência ruminal não foi suficiente para alterar o desempenho animal.

Uma das limitações na utilização de óleos essenciais é a viabilidade prática de se fornecer aos animais, doses que foram determinadas por meio de experimentos realizados *in vitro*, isso porque muitos óleos apresentam odor e gosto acentuado, o que pode dificultar a sua aceitação pelos animais, levando a um efeito negativo sobre o consumo ou até mesmo ser impraticável, devido à sua alta dosagem ou concentração (VILLALBA et al., 2010).

Por outro lado, é observado que a degradação dos compostos no rúmen, a adaptação microbiana, a taxa de passagem para o duodeno, e a absorção pela parede ruminal são responsáveis por uma considerável parcela das divergências entre os resultados nos ensaios realizados *in vivo* e *in vitro* (VILLALBA et al., 2010).

- Parasiticida (ecto e endoparasitas)

Os óleos essenciais também podem ter ação parasiticida, pois, segundo a pesquisadora, apresentam excelentes efeitos contra ectoparasitas e endoparasitas, que são agentes patológicos altamente resistentes aos medicamentos comerciais (DOMICIANO; SILVEIRO, 2019).

Atuam no controle de helmintos de ruminantes. Os óleos essenciais também foram eficientes em controlar o carrapato do boi. Os produtos a base de óleos essenciais têm como benefício o controle parasitário de forma mais sustentável, minimizando o impacto de xenobióticos e antibióticos, diminuindo a quantidade de resíduos na carne e no leite, além de menor contaminação no meio ambiente”, (DOMICIANO; SILVEIRO, 2019).

Com relação à utilização de óleo essencial de plantas medicinais, adicionados a dietas das vacas, para o controle da mastite, sem uso de antibióticos, ocorreram melhoras do sistema imunológico e o tempo de prateleira aumentou expressivamente, passando de sete para nove dias”, (DOMICIANO; SILVEIRO, 2019).

Portanto, pensando na segurança alimentar, sem uso de antibióticos, não existirá o resíduo no leite, dispensando o descarte do produto, diminuindo o prejuízo para o produtor, além de preservar o meio ambiente com menor geração de resíduos e descartes (DOMICIANO; SILVEIRO, 2019).

- Antioxidante e desenvolvimento de papilas ruminais

Os óleos essenciais também podem exercer potente atividade antioxidante. Desta forma, estes compostos poderiam ser utilizados para atenuar os efeitos do estresse pós desmama de bezerras leiteiras. Por exemplo, um blend de óleos essenciais comercial (carvacrol, cineol, cinamaldeído e pimenta) foi avaliado, sendo fornecido por duas vias: no concentrado e no sucedâneo lácteo (SANTOS et al., 2013).

Outro possível efeito dos óleos essenciais pode ser um melhor desenvolvimento das papilas ruminais dos bezerros, que é fundamental para o bom desempenho do bezerro no pós desmame. Além de alguns óleos essenciais terem efeito flavorizante e estimular o consumo de alimentos (Fathi et al., 2009), fundamental para a produção de ácidos graxos voláteis, especula-se que estes compostos possam alterar o perfil de fermentação ruminal e aumentar a produção de ácidos graxos voláteis melhorando o desenvolvimento das papilas ruminais.

- Antimicrobiana

Os óleos essenciais possuem propriedades muito similares aos antibióticos, atualmente utilizados na nutrição animal como moduladores da microbiota, o que representa o alto potencial que possuem em substituir os antibióticos (ACAMOVIC; BROOKER, 2005).

Os óleos essenciais possuem ação contra vários tipos de microrganismos, dentre eles bactérias, fungos e protozoários (BURT, 2004).

A atividade antimicrobiana é atribuída a um número de terpenoides e compostos fenólicos (CHAO; YOUNG, 2000).

As ações estão em sua maioria associadas à membrana celular, como o transporte de elétrons e gradiente de íons, translocação de proteínas, fosforilação e reações dependente de enzimas (ULTEE et al., 1999; DORMAN; DEANS, 2000).

A presença do grupo hidroxila nos compostos fenólicos é fundamental para a existência da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais (ULTEE et al., 2002).

Por isso, a estrutura química é a responsável pelo modo de ação e atividade antimicrobiana de cada óleo essencial (DORMAN; DEANS, 2000).

Todavia, a posição da hidroxila no anel fenólico parece ser menos importante, já que o timol e o carvacrol apresentaram atividades semelhantes frente a variadas bactérias (ULTEE et al., 2002).

Contudo, já foram constatadas diferenças na ação do timol e carvacrol contra espécies gram-positivas e gram-negativas (DORMAN; DEANS, 2000).

Em geral, os compostos fenólicos interagem com as proteínas por meio de pontes de hidrogênio e interações iônicas ou hidrofóbicas (PRESCOTT et al., 2004). Outro mecanismo existente é a redução da concentração interna de ATP sem aumento proporcional na concentração externa, o que transpõe a ideia de menor síntese ou maior hidrólise do mesmo (ULTEE et al., 2002).

As ATPases são enzimas conhecidas por se localizarem na membrana citoplasmática, constituída por moléculas de lipídios. Os possíveis mecanismos de ação sugeridos podem ser divididos: 1) hidrocarbonetos lipofílicos podem se acumular na dupla camada de lipídios da membrana celular, o que pode alterar as interações entre proteínas e lipídios; 2) é possível que óleos essenciais possam interagir diretamente com os sítios hidrofóbicos das proteínas da membrana (JUVEN et al., 1994).

Acredita-se que óleos essenciais tem sua atuação em enzimas envolvidas nos processos de regulação de energia e de síntese de componentes estruturais. Como exemplo, o óleo de canela (cinamaldeído ou 3-fenil-2-propenal) e seus componentes foram eficientes em inibir a enzima aminoácido-descarboxilase de *Enterobacter aerogenes* (WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995).

Diante disso, substâncias fenólicas como o cinamaldeído não são capazes de desintegrar a membrana externa ou causar depleção de ATP. Acredita-se que o grupo

funcional carbonil (R1-CO-R2) possa ser o responsável por se ligar às proteínas, inibindo a ação da aminoácido-descarboxilase (WENDAKOON; SAKAGUCHI, 1995).

Ao levar em consideração a grande quantidade de substâncias químicas presentes nos óleos essenciais, é esperado que a atividade antimicrobiana não seja mediada por apenas um único mecanismo específico, pode haver sinergia entre os mecanismos de ação encontrados nos diversos metabólitos (CARSON et al., 2002; BAKKALI et al., 2008).

A exemplo disso, a atividade antimicrobiana ruminal exercida pelo óleo de alho é mais potente do que a atividade de seus componentes isolados (BUSQUET et al., 2005a). Neste sentido, os efeitos aditivos ou antagônicos também são possíveis de ocorrer (BURT, 2004).

Óleos essenciais são substâncias hidrofóbicas, com capacidade de interagir com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias das bactérias. Isto ocorre quando o óleo essencial está na forma indissociada (mais hidrofóbica), o que em condições ruminais é favorecido pelo baixo pH (CALSAMIGLIA et al., 2007).

A hidrofobicidade está diretamente relacionada à ação antimicrobiana (CALSAMIGLIA et al., 2007).

A membrana celular quando interage com óleo essencial ocorre uma alteração da sua estrutura, tornando-as mais fluidas e permeáveis (SIKKEMA et al., 1995), como consequência há o extravasamento de íons e conteúdos citoplasmáticos (LAMBERT et al., 2001; CARSON et al., 2002).

O carvacrol, um dos terpenos mais estudados no ambiente ruminal, é capaz de dissolver a dupla camada fosfolipídica da membrana celular. Tais mudanças promovem a formação de canais na membrana, pois os óleos essenciais são capazes de separar os ácidos graxos uns dos outros. Estas distorções na estrutura física da membrana causam expansão e instabilidade, aumenta a fluidez e a permeabilidade passiva (ULTEE et al., 2002).

Segundo Burt (2004) compostos que contém grupo hidroxila interagem com as proteínas da membrana celular da bactéria, o que leva à ruptura e morte desta. Ainda, as características dos ácidos graxos, como número de carbonos, comprimento da cadeia e tipos de ligação estão envolvidos com a atividade antimicrobiana e antifúngica.

Novak et al. (1961) verificaram que o ácido ricinoleico inibiu o crescimento da bactéria gram positiva *Micrococcus pyogenes* e fungos *Alternaria* sp., *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp.

Os óleos essenciais são mais efetivos contra bactérias gram positivas, na qual a membrana celular interage diretamente com componentes hidrofóbicos do óleo essencial (SMITH-PALMER et al., 1998; CHAO; YOUNG, 2000; CIMANGA et al., 2002; BURT, 2004), embora em menor expressão seus efeitos sobre as gram negativas também são relatados (GRIFFIN et al., 1999).

A camada externa das gram negativas é rica em lipopolissacarídeos, o que promove proteção extra contra várias substâncias (RUSSELL, 2002), incluindo óleos essenciais e ionóforos. Naik et al. (2010) demonstraram que bactérias gram positivas foram mais sensíveis ao óleo essencial de capim cidreira do que as gram negativas.

A membrana externa das bactérias gram negativas confere apenas proteção parcial, pois não é totalmente impermeável a compostos hidrofóbicos. Substâncias como o carvacrol e timol tem baixo peso molecular e podem interagir com a água via pontes de hidrogênio e por difusão, essas substâncias passam pela parede externa através dos lipopolissacarídeos ou proteínas da membrana, chegando à dupla camada fosfolipídica da parede celular interna da bactéria gram negativa (GRIFFIN et al., 1999).

Este é um dos principais fatores que conferem ao carvacrol uma potente atividade antimicrobiana. Ao observar os efeitos de alguns óleos essenciais sobre bactérias gram negativas representa uma limitação, pois esta característica reduz a seletividade e aumenta a dificuldade de manipulação da fermentação ruminal (CALSAMIGLIA et al., 2007).

O ácido anacárdico, cardanol, cardol são os principais compostos do óleo da casca da castanha do caju, são alquil fenóis poli-insaturados, sendo os grandes responsáveis pela ação antimicrobiana, com mecanismo de ação semelhante aos ionóforos (NAGABHUSHANA et al., 1995) e antimicrobiana (HEMSHEKHAR et al., 2011). Esta atividade antimicrobiana ocorre principalmente sobre bactérias gram positivas *Streptococcus mutans* e *Staphylococcus aureus* (LIMA et al., 2000; KUBO et al., 2003; MUROI et al., 2004).

O composto em maior quantidade no óleo da casca da castanha de caju é o cardanol, que tem atividades anti-inflamatória e antioxidante (AMORATTI et al., 2001; TREVISAN et al., 2006).

Existem evidências que algumas misturas de OEs contendo limoneno, eugenol, vanilina, guaiacol e timol podem reduzir a incidência de abscessos hepáticos em animais consumindo grandes quantidades de concentrados (Meyer et al., 2009; Torres et al., 2021) possivelmente pela redução no crescimento de bactérias da espécie *Fusobacterium necrophorum*.

As bactérias gram-positivas são mais sensíveis à ação dos OEs que as gram-negativas (Burt, 2004). Esse efeito é semelhante ao exercido pela monensina (Marshall & Levy, 2011; Matos et al., 2021), o que reduz os riscos de acidose ocasionados pela alta proporção de concentrado na dieta e potencializa o desempenho animal.

- REDUÇÃO DE METANO

O metano é eliminado por ruminantes e sua produção é proveniente da fermentação ruminal, que está relacionada ao tipo de animal e ao consumo e à digestibilidade de alimento. Assim, existe a possibilidade da redução desse gás pela modificação da fermentação ruminal, obtida por alteração do volumoso, do tipo e da quantidade de carboidrato suplementado à dieta, pela adição de lipídeos e pela manipulação da microbiota do rúmen com aditivos alimentares

(Figura 1) (Mohammed et al., 2004).

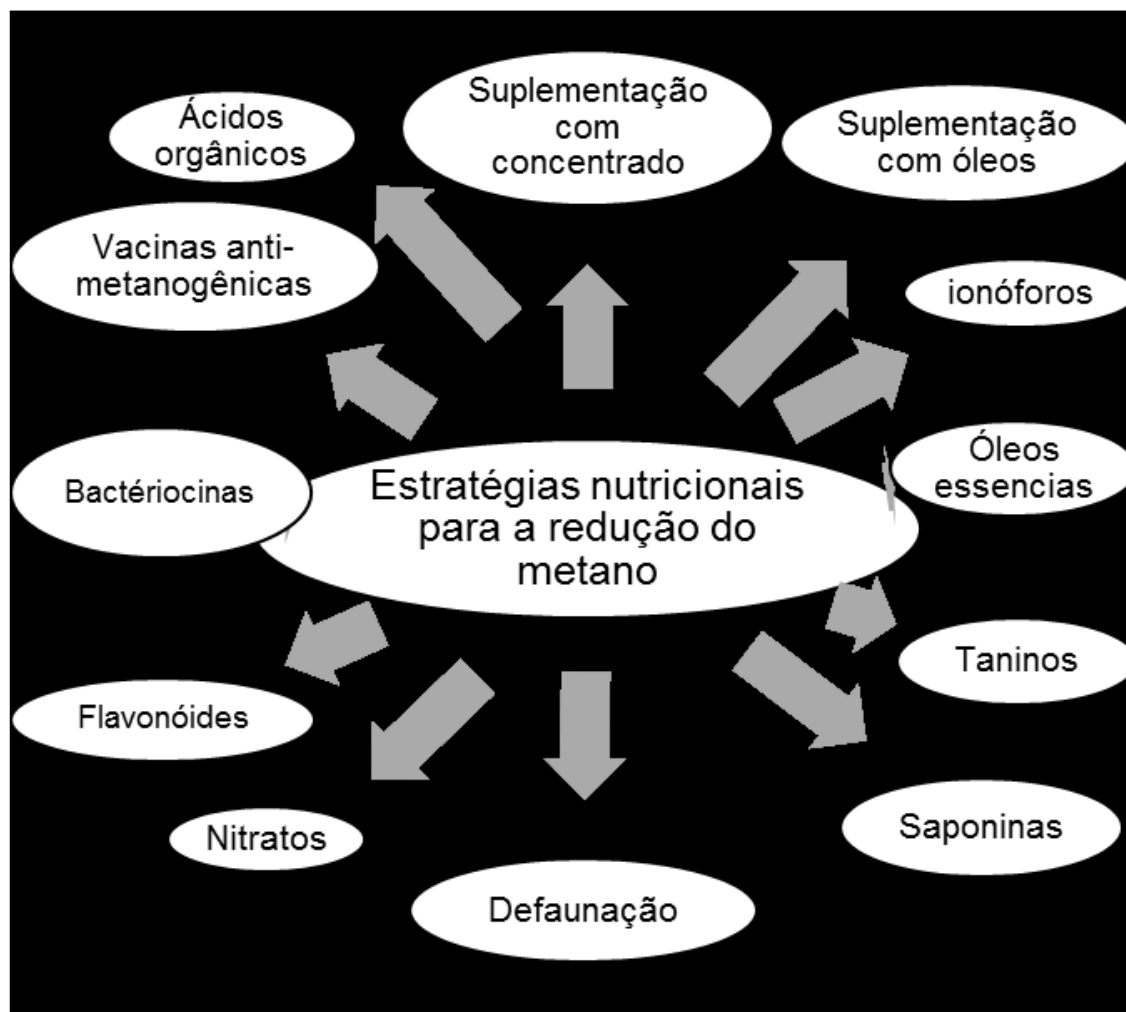


Figura 1. Estratégias nutricionais para a redução do metano em ruminantes. Fonte: Adaptado de Mohammed et al., (2004).

3.6. Tipos de óleos essenciais usados na nutrição animal

Vários óleos essenciais com diferentes princípios ativos já possuem sua funcionalidade conhecida e os métodos para extração destes óleos são de fácil execução, tais como timol (extraído do tomilho – *Thymus vulgaris*), carvacrol (extraído do orégano – *Origanum sativum*), alina e alicina (extraído do alho – *Allium sativum*), citrol e citronolol (extraído de diversas plantas cítricas), mentol (extraído da menta – *Mentha piperita*), cinamaldeído (extraído da canela – *Cinnamomum zeylanicum*), o (limoneno extraído da polpa cítrica) e o guaicol (extraído da resina do guáiaico ou óleo de cravo-da-índia) (VELLUTI et al., 2003; CASTILLEJOS et al., 2005).

Outras plantas, como a canela, o alecrim, gengibre, coentro, eucalipto e pimenta e seus respectivos compostos possuem potencial para serem utilizados como moduladores da fermentação ruminal (BENCHAAAR et al., 2008b).

Na planta esses metabólitos exercem atividade de proteção ao ataque dos fungos, bactérias e insetos. Esses mesmos óleos essenciais de plantas podem ser utilizados como aditivos alimentares, sendo definidos como óleos funcionais, cujos compostos podem ser incluídos diretamente na dieta de ruminantes ou pelos extratos retirados industrialmente (MORAIS et al., 2011).

Esta classe de aditivo normalmente exercem um efeito antimicrobiano que pode alterar o crescimento e o metabolismo de diversas bactérias, incluindo bactérias presentes no rúmen. Como consequência, estes aditivos podem alterar a fermentação ruminal (VELLUTI et al., 2003; WALLACE, 2004).

Entre os diversos óleos essenciais, os mais reportados e utilizados como aditivos nutricionais utilizados são: carvacrol, timol, cinamaldeído, eugenol, anetol, capsaicina, óleo de alho (CALSAMIGLIA et al., 2007).

O carvacrol e o timol são monoterpênicos com ação antimicrobiana, tanto em bactérias gram positivas quanto em negativas, encontrados no orégano (*Origanum spp.*) e tomilho (*Thymus vulgaris*). O cinamaldeído, eugenol e anetol são fenilpropanóides, derivados da canela (*Cinnamomum cassia*), cravo (*Eugenia caryophyllus* ou *Syzygium aromaticum*), anis ou erva doce (*Pimpinella anisum*), com amplo espectro contra bactérias gram positivas e negativas. A Capsaicina é um tetraterpenoide encontrado em pimentas (*Capsicum annum*) com potencial ação na modulação da fermentação ruminal e aumento no consumo de matéria seca. O óleo de alho é uma mistura de diferentes moléculas encontradas no alho ou resultantes de sua extração não só com ação antimicrobiana, mas também antiparasitária, inseticida, anticancerígena, antioxidante, imunomoduladora e antiinflamatória (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Cabe ressaltar que atualmente os produtos comerciais utilizados na nutrição de ruminantes são, em sua grande maioria, não extraídos diretamente das plantas, mas sim

sintetizados quimicamente de forma a conferir características idênticas aos extraídos das plantas. Tal fato, além de permitir padronização do produto, garante que o mesmo esteja livre de antagonistas e permite produção em larga escala de forma mais sustentável. Além disso, a grande maioria dos óleos essenciais disponíveis comercialmente é composta não por um óleo essencial, mas por um blend de óleos essenciais, formulados em diversas concentrações e cuja atividade antimicrobiana está ligada com diversos alvos celulares.

Existem diversos óleos essenciais que apresentam potencial atividade sobre os microrganismos do rúmen. Langhout (2000) relata que os melhores resultados são obtidos quando óleos essenciais são utilizados em combinação de diferentes compostos de plantas. Dentre estas, pode se destacar a combinação dos compostos ácido anacárdico, cardol e cardanol (óleo da casca da castanha de caju) e ácido ricinoleico (óleo de mamona), os quais são utilizados de forma conjunta como óleo funcional (Essential® Oligo Basics) na nutrição de ruminantes.

O óleo da casca da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) é obtido de uma árvore nativa do Brasil que pode ser encontrada em quase todo território nacional, sendo o nordeste a região com maior área cultivada, com a maior produção nacional. Esta planta é também cultivada no leste da África e Índia, maior produtor mundial de castanha de caju e responsável por 50% das exportações mundiais do produto (PUREVJAV, 2011).

Existem duas formas de extração do óleo presente na casca da castanha de caju: a frio ou a quente. Extração a frio pode ser realizada pelo método de prensagem, com solventes ou extração supercrítica com dióxido de carbono (CO₂) é um solvente para extração comumente usado, pois reúne condições ideais de solvente, o qual é inerte, atóxico, de baixo custo e de fácil separação do produto extraído. A extração a quente é o processo térmico mecânico em que a castanha de caju sofre rompimento da casca com liberação de alquifenóis presentes no mesocarpo (MARSIGLIO, 2012).

O óleo da casca da castanha de caju é considerado uma fonte natural de lipídeos fenólicos, composto por 65% de ácido anacárdico e o restante se divide em, cardanol, cardol, e as estruturas fenóis (HAMAD; MUBOFU, 2015).

O óleo de mamona (*Ricinus communis* L.), é extraído de uma planta que pertence à família Euphorbiaceae, que engloba um grande número de plantas nativas de regiões tropicais. De origem africana, a mamona foi introduzida no Brasil pelos portugueses

durante a colonização. É uma planta de hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos), podendo ou não possuir cera no caule e pecíolo. A mamona apresenta entre 39,6-59,5% de óleo na semente (MACHADO et al., 2006).

- Óleo essencial de Cravo.

Dentre os OE com maior atuação nos estudos e pesquisas em ruminantes, o Eugenol vem se destacando com efeitos positivos em desempenho animal. O Eugenol, óleo extraído do cravo, é muito utilizado pela indústria odontológica humana, por possuir grandes propriedades antisépticas e antibacterianas, além do Eugenol, o cravo apresenta, em menor proporção, outros componentes, como o acetato de eugenila e o beta-carioleno (CARDOZO et al. 2007).

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007), nos estudos com bovinos, o eugenol apresentou grande efeito antifúngico e antibacteriano, com resultados superiores a antibióticos de amplo espectro.

A utilização dos óleos essenciais para o consumo animal e humano é permitida por serem substâncias geralmente reconhecidas como seguras, de acordo com o FDA - “Food and Drug Administration”, órgão governamental dos Estados Unidos responsável pelo controle dos alimentos (FDA, 2006). Segundo Burt (2004), por conta de seus aromas, “flavour” e propriedades antissépticas e/ou preservativas justifica a sua utilização por séculos. Os óleos essenciais são de extrema importância como matéria prima para indústrias, na manufatura de produtos dos setores de perfumaria, cosmética, farmacêutica, higiene, limpeza, alimentícia e bebidas (BAKKALI et al., 2008).

Os extratos de plantas contêm uma ampla variedade de compostos com diferentes funções e mecanismos de ação (BURT et al., 2004). Dependendo do composto predominante e sua concentração, é que se determinará o modo de ação e a função de cada extrato vegetal (BENCHAAR et al., 2008).

Os óleos essenciais atuam na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas, ou seja, alteram a permeabilidade da membrana citoplasmática (BENCHAAR et al., 2008) A alteração dos gradientes de íons conduz à deterioração dos processos essenciais da célula como transporte de elétrons, translocação de proteínas, etapas da fosforilação e outras reações dependentes de enzimas, resultando em perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente, a morte bacteriana

(DORMAN ;DEANS, 2000). Algumas classes de compostos ocasionam tal efeito, como por exemplo, a classe dos compostos fenólicos (fenóis simples – cetocol, ácidos fenólicos – ácido anacárdico, cinâmico, caféico e ríciniúico, quinonas –hipericina, flavonóis – totarol, taninos – Elagitanina, Cumarinas – Warfarin), terpenóides (Capsaicina, Thimol Mentol, Carvacrol, Cânfora, Eugenol) e fenóis (CHAO et al., 2000).

Os compostos fenólicos determinam sua capacidade de atuar em função do grau de metoxilação e o número de hidroxilas para atuarem como agentes redutores contra o estresse oxidativo (OLDONI, 2007).

A classe dos terpenóides (Capsaicina, Thimol Mentol, Carvacrol, Cânfora, Eugenol) e fenóis conferem aos óleos essenciais propriedades tóxicas para as bactérias Gram positivas e Gram negativas (CHAO et al., 2000).

As bactérias gram negativas têm duas camadas lipoproteicas; a membrana externa contém lipossacarídeos caracterizando uma membrana hidrofílica de qualidade acarretando em uma barreira à permeabilidade de substâncias hidrofóbicas, tais como os óleos essenciais. Isto pode explicar a resistência frequente de bactérias gram negativas para efeito antimicrobiano de alguns óleos essenciais (CHAO et al., 2000).

A atividade antioxidante dos óleos essenciais está relacionada, principalmente, com a presença de compostos fenólicos. No entanto, compostos como os flavonóides e terpenóides também apresentam atividade antioxidante. Essas substâncias podem interceptar e neutralizar radicais livres, impedindo a propagação do processo oxidativo (HUI, 1996). Se ministrado em excesso os óleos essenciais podem ter atividade prooxidante (BAKKALI et al., 2008).

Além de ter efeitos antimicrobianos e atividade antioxidante, alguns autores afirmam que os óleos essenciais também atuam melhorando a digestão, através do estímulo da atividade enzimática (MELLOR, 2000; BENCHAAAR et al., 2008; PATRA, 2011).

Alguns pesquisadores acreditam que, para obtenção de melhores resultados, devem ser administradas combinações de óleos essenciais de diferentes plantas (LANGHOUT, 2000) e reforçados pelos princípios ativos mais relevantes (KAMEL, 2000).

- Orégano (*Origanum vulgare*)

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma planta perene que pertence à família *Lamiacea*. Várias espécies do gênero *Origanum* são nativas do Mediterrâneo Europeu. O óleo essencial de orégano vem despertando interesse por possuir atividade biológica (antibacteriana, antifúngica e antioxidante), combatendo alguns tipos de bactérias que costumam ser muito resistentes aos antibióticos. Possui um aroma característico forte, devido ao seu óleo essencial ter em sua composição uma grande parte de carvacrol. Tem sido descrito que o óleo essencial de *Origanum vulgare* possui mais de 34 princípios ativos sendo os principais carvacrol, timol, gama terpeno e pcimeno que representa aproximadamente 85% da composição total do óleo (ZHANG et al., 2010).

O modo de ação do carvacrol ainda não foi totalmente esclarecido, porém, sua ação pode ser atribuída principalmente à capacidade de tornar a membrana das bactérias permeáveis, sobretudo às bactérias gram-positivas (LAMBERT et al., 2001; LAMBERT et al., 2004), reagindo com os lipídeos da membrana e os radicais hidroxilas convertendo-os em produtos instáveis (YANISHLIEVA et al., 2001).

Todavia, o carvacrol também parece ser capaz de desintegrar a membrana externa das bactérias gram-negativas, e aumentando a permeabilidade da membrana citoplasmática (ULTEE et al., 2000; BURT, 2004).

O interesse no estudo deste composto como aditivo na nutrição animal, é devido a necessidade da obtenção de um produto alternativo ao uso de antibióticos na produção animal, e está sendo utilizado devido as funções observadas, possuindo propriedades antibacterianas e antiparasitárias (DIDRY et al., 1994), antioxidante (AESCHBACH et al., 1994; FASSEAS et al., 2008) e antimicrobiana, apresentando seu efeito principalmente pelo alto conteúdo de compostos fenólicos. Da mesma forma, Baniyas et al. (1992) extraíram o óleo essencial das folhas e flores do orégano e testaram a atividade antifúngica com três tipos de fungos e observaram uma forte ação inibitória nestes fungos testados. A ação dos óleos essenciais de orégano parece também ser capaz de combater a atividade de alguns patógenos de origem alimentar, como exemplo, a inibição da *Escherichia coli* O157:H7 (ELGAYYAR et al., 2001).

Na produção de ruminantes, Chaves et al. (2008); Chaves et al. (2011) verificaram que o carvacrol pode aumentar a proporção de propionato, sendo este, um precursor da

glicose em ruminantes, que posteriormente poderá refletir em maiores ganhos de peso ao animal.

- Alho (*Allium sativum*)

O alho tem sua origem na região da Sicília, Ásia Central e vários pontos da Europa e do Ocidente (CORRÊA, 1984). Pertence à família *Liliaceae*. O alho é consumido como alimento e como medicamento desde a antiguidade. Amplamente utilizado no Brasil apresenta no bulbo os componentes responsáveis por suas ações. O óleo essencial é obtido através da destilação por arraste a vapor de bulbos macerados. A principal substância que compõe o sabor característico do alho é a dialila dissulfeto que compõe aproximadamente 70% dos compostos voláteis deste produto, o que confere características antioxidantes e antimicrobianas (IVANOVA et al., 2009).

Outros compostos também são identificados nos óleos essenciais do alho, tais como a aliina, alicina e garlanicina (YIN AND CHENG, 1998).

A aliina e alicina são compostos que agem como antioxidantes por terem efeito na enzima xantina-oxidase, inibindo assim a peroxidação lipídica além da alicina tem em sua composição o selênio que combate os radicais livres. Em pesquisas conduzidas *in vivo* e *in vitro* foram identificados no alho dois princípios antibacterianos distintos: alicina (CAVALLITO et al., 1944) e garlicina (MACHADO et al. 1948), ambos de ação contra bactérias tanto Gram-positivas quanto Gram-negativas.

- Limão (*Citrus limonium*)

O gênero *Citrus* tem aproximadamente 16 espécies na família *Rutaceae* e são frequentemente cultivadas em regiões subtropicais. Os óleos essenciais de *Citrus* movimentam um amplo setor da produção mundial de óleos essenciais (TIRADO et al., 1995).

A família *Rutaceae* é bastante conhecida por sua atividade antimicrobiana. O óleo essencial de *Citrus limonium* contém limoneno (90%), citral (3,5%), uma boa quantidade de pineno e citronela ambos com características antioxidantes e antimicrobianas (ALONSO, 1998).

- Alecrim (*Rosmarinus officinalis*)

O óleo essencial é retirado das folhas e flores (CARVALHO; ALMANÇA, 2003).

Esse óleo essencial tem em sua composição compostos com atividade inibitória sobre as bactérias, tanto as Gram-negativas quanto as Gram-positivas, como por exemplo, hidrocarbonetos mono-terpênicos, ésteres terpênicos, linalol, verbinol, terpineol, 3-octanona e acetato de isobornila (BARATTA et al., 1998).

Segundo Silva et al., (2008), o óleo essencial de alecrim é também constituído por terpenoides (carnosol, ácidos carnosílico, oleânico, ursólico) que possuem atividade antioxidante.

- Óleo essencial de Tomilho (*Thymus vulgaris*)

O tomilho é originário do Mediterrâneo. O óleo essencial é rico em timol, que tem uma ação antimicrobiana contra vários agentes, quer bactérias quer fungos, por vezes mesmo contra micróbios que adquiriram resistência aos antibióticos comuns (MATOS et al., 1999).

O óleo essencial do tomilho é muito utilizado como condimento de culinária, mas possui grande atividade antimicrobiana, antiséptica e antioxidante, sendo também utilizado como adstringente, expectorante e estimulante da digestão (LORENZI et al. 2002).

Os principais compostos desse óleo são o timol e o carvacrol, presentes em maior proporção, e os responsáveis pelo efeito biológico (CASTRO et al. 2009).

Na nutrição de ruminantes, Calsamiglia et al. (2007) afirmaram, em sua revisão, que a adição de timol em fluído ruminal *in vitro* resultou na acumulação de aminoácidos e redução do N amoniacal, sugerindo efeito inibitório da deaminação ruminal.

Outro efeito extremamente positivo foi encontrado nos estudos de Ribeiro et al. (2015) que, ao avaliar diferentes níveis (1,25 ml, 2,50ml e 3,75 ml/kg MS) de óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) em substituição a monensina 25mg/kg MS para ovinos alimentados em dietas de alto concentrado (90% concentrado e 10% volumoso), não observou diferenças entre os tratamentos para o controle em consumo e digestibilidade da MS.

- Eucalipto (*Eucalyptus saligna*)

Os óleos essenciais de eucalipto são compostos formados por uma complexa mistura de componentes orgânicos voláteis, apresentando grupos químicos como: hidrocarbonetos, alcoóis, aldeídos, cetonas, ácidos e ésteres. Em geral, os óleos essenciais

são constituídos de terpenos mais complexos, como o citronelal e o cineol (DORMAN ; DEANS, 2000).

Nos eucaliptos, os óleos essenciais encontram-se basicamente em suas folhas (CHAIBI et al., 1997; OYEDEJI et al., 1999). Os terpenos conferem aos óleos essenciais propriedades antimicrobianas.

- Óleo essencial de Caju.

Pertencente à família Anacardiceae o cajueiro tem sua origem no Brasil, e apresenta duas divisões, o pseudofruto, que é a parte comestível chamado de caju, e o fruto, de onde se extrai o óleo da casca da castanha e a castanha do caju (GEDAM et al. 2009).

O óleo é um produto muito utilizado pela indústria de aromas e das mais diversas formas pela indústria química, segundo relatos de Mazzeto et al. (2009).

As três estruturas mais presentes no óleo do caju (*Anacardium occidentale*) são o Cardol, Cardanol e o Ácido Anacárdico (figura 2).



Figura 2. Estruturas químicas presentes dentro do *Anacardium occidentale*. Fonte: Mazzeto et al. (2009).

O Cardanol, em comparação a outros fenóis, apresenta características positivas, pois não possui cheiro agressivo, tem baixa volatilidade e não é considerado tóxico (MAZZETO et. al 2009)

O ácido anacárdico apresenta uma aparência amarelada, é miscível em álcool, éter e em água, apresenta uma mistura de vários ácidos orgânicos, ação antioxidante, antifúngica, repelente e é letal para bactérias gram positivas (GEDAM et al. 2009).

O Cardol é um potente antioxidante, possui um sistema aromático e uma longa cadeia carbônica insaturada na posição 5 do anel aromático. Sua estrutura desperta grande interesse pelo meio científico devido seu alto poder antioxidante, e os resultados dos trabalhos conduzidos com o propósito de avaliar seu efeito são cada vez mais expressivos (GEDAM et al. 2009).

- Óleo essencial de Baunilha.

Na nutrição animal, o óleo de baunilha possui compostos que agem como antioxidantes, atuando na enzima xantina-oxidase, que inibe a peroxidação lipídica (YIN AND CHENG, 1998).

3.7. Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com rações contendo óleos essenciais

Coutinho et al. (2014) realizaram estudo com doses de 120; 240 e 360 mg/kg da MS do óleo da castanha de caju em vacas leiteiras, e não observaram efeito sobre consumo e digestibilidade de nutrientes, bem como na produção e composição do leite das vacas suplementadas em relação as que receberam a dieta controle. Ainda, a utilização deste aditivo resultou em mudança no perfil de ácidos graxos do leite, o qual apresentou efeito linear decrescente para o ácido capríco (C6:0), linear crescente para o ácido palmitoleico (C16:1n-7) e quadrático para o ácido tridecanoico (C13:1n-5).

Estudo com vacas secas alimentadas com a inclusão de óleo da castanha de caju na dieta, os autores não observaram efeito sobre a digestibilidade e consumo de nutrientes (SHINKAI et al., 2012).

Quanto aos efeitos sobre a fermentação ruminal, estes autores verificaram redução na produção de metano e menor concentração molar de acetato, aumento na concentração e molar de propionato, assim como o verificado por Van Soest et al. (1971) e Watanabe et al. (2010) em estudo *in vitro*.

Ainda o uso deste aditivo não influenciou o pH ruminal e nem nas concentrações de nitrogênio amoniacal e lactato e, houve aumento das bactérias produtoras de propionato, principalmente as *Prevotella ruminicola* (SHINKAI et al. 2012).

Benchaar et al. (2006) realizaram um estudo com a adição de óleo essencial mistura composta de óleo de timol, limoneno, e guaiacol (Crina® Ruminants; 0 vs 2 g/d) e de monensina sódica (0 vs 350 mg/dia) na dieta de vacas no terço médio de lactação encontraram aumento do pH ruminal para as vacas que receberam óleos essenciais (6,50

vs 6,39) e menor concentração de N-NH₃ no rúmen de vacas suplementadas com monensina sódica (12,7 vs 14,3 mg/100mL). Os autores não observaram efeito das dietas sobre concentração de AGCC total e proporção destes individualmente, sobre produção e composição do leite, digestibilidade aparente da MS, MO e FDN. Por outro lado, os autores relatam que vacas alimentadas com monensina sódica tiveram maior digestibilidade aparente total da proteína bruta (PB; 65,0 vs 63,6%) quando comparadas às não suplementadas.

Em outro estudo com Crina® Ruminants, Benchaar et al. (2007) utilizaram doses de 0 e 750 mg/kg de Crina® Ruminants na dieta de vacas no início da lactação alimentadas com silagem de milho e alfafa. Os autores não observaram efeito do óleo essencial sobre a produção de leite (28,85 e 27,95 para óleo essencial e controle, respectivamente) o CMS, a concentração ruminal de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), e consideraram tendência de aumento do pH ruminal (6,40) para as vacas que receberam óleo essencial em relação as vacas da dieta controle (6,30). No mesmo estudo, relataram redução da proporção molar de acetato e aumento de propionato quando a dieta a base de silagem de milho foi substituída por silagem de alfafa com redução da concentração de AGCC.

Vendramini (2015) conduziu um estudo com vacas no terço médio de lactação, alimentadas com silagem de milho e suplementadas com diferentes aditivos (monensina sódica na dose de 24 mg/kg da MS, Crina® Ruminants na dose de 1,2 g/animal/dia e quitosana na dose de 150 mg/kg do peso vivo). As vacas submetidas aos diferentes tratamentos não apresentaram efeito sobre a produção (31,26 kg/dia) e composição do leite e CMS. As vacas do tratamento Crina® Ruminants reduziram a excreção de N fecal (g/dia) em relação aos demais aditivos; a inclusão de monensina sódica e quitosana reduziram a concentração de acetato ruminal (mmol/L) comparado a dieta controle; e o tratamento com monensina sódica aumentou o propionato ruminal comparado a dieta óleo essencial (30,67 vs 26,25 mmol/L, respectivamente).

De acordo com Wang et al. (1998), a adição de extratos vegetais na dieta pode aumentar a secreção salivar, suco gástrico, suco pancreático, sais biliares, e, também, enzimas do intestino delgado.

Segundo Broughan (2002), a utilização de extratos vegetais na dieta provoca uma sensação de bem-estar, devido à presença de determinados aromas e fragrâncias, que atuam diretamente sobre a cavidade olfatória, emitindo sinais para o centro superior cerebral, havendo produção e liberação de endorfinas.

Os efeitos dose-dependentes dos óleos essenciais foram claramente demonstrados, ao se fornecer 0, 400, 800 e 1600 mg/dia de cinamaldeído para novilhas, constatando-se efeito quadrático sobre o CMS (YANG et al., 2010).

Queda no CMS também foi constatada, ao se utilizar óleos essenciais com o objetivo de manipular a fermentação ruminal. O fornecimento de 180 mg/dia de cinamaldeído + 90 mg/dia de eugenol reduziu em 16% o CMS, e em 14% a ingestão de água por novilhas de corte (CARDOZO et al., 2006).

Por outro lado, o óleo de pimenta aumentou em 26% o consumo de água e em 11% o CMS, no trabalho realizado por Fandiño et al. (2008). Os óleos de anis e de pimenta aumentaram, respectivamente, em 5% e 9% o CMS por novilhas (CARDOZO et al., 2006).

Entretanto, Benchaar et al. (2006) não observaram efeito sobre o CMS e ganho médio diário, em bovinos alimentados com dieta à base de silagem e suplementados com 2 ou 4 g/dia, de uma mistura comercial de óleo essencial (Vertan®). Segundo Giannenas et al. (2011), a inclusão do óleo essencial “Crina® Ruminantes”, aumentou a produção total de leite em ovelhas, nas doses usadas (100 e 150 mg/kg de concentrado). Já a utilização desse mesmo produto, nas doses de 750 mg e 2 g/dia, não provocou mudanças sobre o CMS, produção e composição do leite de vacas holandesas, de acordo com Benchaar et al. (2006; 2007).

Outros trabalhos, também sem diferença significativa, foram obtidos ao se fornecer 0,32; 0,64 e 0,96 g/dia de mistura comercial de óleos essenciais (RumaXol Feed; feito de óleo de orégano, canela, tomilho e casca de laranja) (SPANGHERO et al., 2009) ou 1 g/dia de cinamaldeído (BENCHAAAR, 2008), não havendo efeitos sobre CMS, produção e composição de leite, além da digestibilidade dos nutrientes.

Todavia, resultados positivos sobre a produção de leite já foram observados, como no trabalho de Tassoul ; Shaver (2009), que constataram redução de 7% no CMS e manutenção da produção de leite, usando 1 g/dia de “Crina® Ruminants” e Kung et al.

(2008), usando 1,2 g/dia do mesmo produto comercial, verificaram 7% de aumento no CMS, 8% de aumento na produção de leite corrigida para gordura e ausência de efeito sobre a eficiência alimentar.

Por fim, Varga et al. (2004), trabalhando com 170 vacas em lactação, observaram 1,6 kg/dia a mais na produção de leite, ao se utilizar 1,2 g/dia de “Crina® Ruminants”.

JESUS (2015), demonstrou que vacas alimentadas com monensina sódica ou óleo funcional, formado a partir dos ácidos ricinoleico (óleo de mamona) e ácido anacárdico, cardol e cardanol (óleo da casca da castanha de caju), apresentaram maior produção de leite, proteína e lactose, quando em comparação às vacas do tratamento controle. A utilização de óleo funcional na dieta de vacas leiteiras, bem como a utilização de monensina sódica, aumentou a produção de vacas leiteiras. Apesar de que os resultados de produção sejam similares com o uso de ambos os aditivos, o óleo funcional apresenta uma vantagem pois não é considerado um antibiótico (Tabela 3).

Tabela 3 - Efeito do óleo funcional sobre produção e composição do leite de vacas leiteiras.

Parâmetros (kg/dia)	Tratamentos		
	Controle	Óleo Funcional	Monensina
Produção de leite	25,92b	27,13 ^a	27,17 ^a
Proteína	0,780b	0,808 ^a	0,813 ^a
Lactose	1,170b	1,221 ^a	1,222 ^a

Fonte: Adaptado de Jesus (2015).

Segundo Ramos (2015), pesquisadores Israelenses desenvolveram dois experimentos com o objetivo de comparar o efeito da adição de óleo essencial durante quatro meses. Houve um aumento na produção de leite com a utilização de óleos essenciais (42 kg vs. 39,5 kg para vacas que receberam óleo essencial e controle, respectivamente). Não houve diferença no consumo de matéria seca, o que implica em melhora na eficiência alimentar dos animais que receberam óleo essencial. Contagem de células somáticas (CCS) foi menor em vacas que receberam óleo essencial (242.000 vs.

306.000, para vacas que receberam óleo essencial e controle, respectivamente). Podemos concluir que a utilização de óleos essenciais pode aumentar a produção de leite com melhora de saúde animal.

Conforme Giannenas et al. (2011), não houve efeito da adição de óleo essencial “Crina® Ruminants” sobre a composição do leite, com exceção da ureia e contagem de células somáticas (CCS), que foram significativamente menores nos grupos que receberam 100 e 150 mg/kg de concentrado, podendo ser, parcialmente, um efeito de diluição, já que houve aumento na produção total de leite.

Esses resultados sobre a composição do leite concordam em parte com os de Benchaar et al. (2006), que não encontraram alteração nas concentrações de gordura do mesmo, proteína, N ureico e no teor de lactose, de vacas alimentadas com até 2 g/dia do mesmo suplemento diário. O fato de que óleos essenciais podem inibir a biohidrogenação ruminal via redução do número ou da atividade metabólica das bactérias envolvidas neste processo, fez aumentar o interesse nesses produtos para manipulação do perfil de ácidos graxos do leite (WOOD et al., 2010).

Em estudos com sistema *in vitro* de fluxo contínuo, provou-se que o cinamaldeído foi capaz de alterar os processos de biohidrogenação ruminal (LOURENÇO et al., 2008).

Diferente de Benchaar et al. (2006; 2007), que não relataram nenhuma mudança no perfil de ácidos graxos do leite, quando vacas foram suplementadas, diariamente, com 750 mg/dia de “Crina® Ruminants”. No entanto, aumentando a dose da mesma mistura para 2 g/dia, aumentou-se a concentração de Ácido Linoleico Conjugado (CLA) na gordura do leite. Segundo Santos et al. (2010), a utilização de 1 g/dia de mistura comercial de óleos essenciais (Agolin® Ruminantes; eugenol, acetato de geranil e óleo de coentro) promoveu maior teor e produção de gordura no leite, sem influência no CMS e na produção de leite em vacas. Por outro lado, a utilização de cinamaldeído (1 g/dia) não alterou o perfil de gordura do leite das mesmas (BENCHAAAR ; CHOUINARD, 2009).

Silveira (2021) avaliou o efeito da inclusão do princípio ativo de óleos essenciais nas dinâmicas alimentares de vacas leiteiras como forma de melhorar o desempenho dos

animais e reduzir os impactos ambientais causados pela produção dos ruminantes. A pesquisa foi realizada a partir de óleos extraídos de pimenta, orégano, canela e cravo da Índia. Um grupo de vacas confinadas da raça Holandesa foi submetido ao uso diário de uma mistura de óleos essenciais microencapsulados, com uma dose diária de 3g/vaca.

Esse grupo de animais produziu mais leite com menos consumo diário de matéria seca na dieta. Além disso, os óleos reduziram a relação entre acetato e propionato no rúmen, uma alteração no perfil de fermentação que diminui a perda de metano. Ademais, os óleos aumentaram a taxa de sudorese e a oxigenação do sangue das vacas, bem como reduziram a temperatura corporal (SILVEIRA, 2021).

Brito (2021) observou que as vacas que receberam compostos de óleos essenciais apresentaram melhor eficiência alimentar. Esse grupo de animais produziu mais leite com menos consumo diário de matéria seca na dieta. Além disso, os óleos reduziram a relação entre acetato e propionato no rúmen, uma alteração no perfil de fermentação que diminui a perda de metano. Os óleos aumentaram a taxa de sudorese e a oxigenação do sangue das vacas, bem como reduziram a temperatura corporal. As descobertas demonstram o potencial dos óleos essenciais no controle de estresse por calor, fator que causa prejuízos para a indústria leiteira mundial.

Ainda segundo Brito (2021) óleos extraídos de pimenta, orégano, canela e cravo da Índia. Um grupo de vacas confinadas da raça Holandesa foi submetido ao uso diário de uma mistura de óleos essenciais microencapsulados, composta pelos princípios ativos do carvacrol extraído do orégano, do cinamaldeído da canela, do eugenol do cravo da Índia, e da capsaicina proveniente da pimenta vermelha. As vacas que consumiram óleos essenciais apresentaram uma maior taxa de sudorese, o que auxilia na regulação da temperatura corporal em épocas quentes, reduzindo, dessa forma, o estresse térmico, devido a ação da capsaicina oriunda da pimenta vermelha, que é capaz de causar dilatação dos vasos sanguíneos periféricos.

Os retornos econômicos refletem a lucratividade do uso de um aditivo selecionado. Se a melhoria do leite é a resposta mensurável, um ponto de equilíbrio pode ser calculado. Por exemplo, um consultor recomenda um aditivo que aumenta o custo da

alimentação em 50 centavos por dia. Se o leite é avaliado em 1,3 Reais por quilo, toda vaca deve produzir 0,38 kg a mais de leite para cobrir o custo adicional associado ao aditivo (EDUCAPOINT, 2022).

Outra consideração é avaliar quais vacas respondem ao uso do aditivo. Por exemplo, se todas as vacas recebem o aditivo, mas apenas vacas frescas com menos de 100 dias respondem, as vacas respondentes devem cobrir os custos adicionais de todas as vacas (vacas responsivas e não responsivas). Uma diretriz é que um aditivo deve retornar R\$ 2 ou mais por cada Real investido para cobrir vacas que não respondem e condições de campo que possam minimizar a resposta prevista (EDUCAPOINT, 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aditivos alimentares é uma ferramenta importante no que diz respeito à manipulação da fermentação ruminal, com objetivo de aumentar a produtividade e a eficiência na utilização dos recursos usados na alimentação animal.

A utilização de compostos secundários de plantas (óleos essenciais) pode ser interessante devido a estes possuírem princípios ativos que podem ser utilizados isolados ou em conjunto com outros aditivos alimentares.

A inclusão de óleos essenciais nas dietas de bovinos dependerá da relação custo-benefício deste aditivo.

Utilizar produtos naturais na alimentação das vacas leiteiras traz um apelo a mais para o consumidor. Esse tem sido o caminho de muitos países. “Essa é uma demanda do consumidor, produtos naturais com o mínimo processamento. Produtores e as indústrias do setor de nutrição animal buscam misturas de óleos essenciais para ganhar eficiência na produção, reduzir possíveis impactos negativos sobre o ambiente e gerar produtos com maior demanda pelo consumidor”

5.RESUMO

Óleos essenciais na dieta de vacas leiteiras: Revisão Bibliográfica

Aditivos são microorganismos ou substâncias adicionadas à dieta propositalmente, que provocam mudanças metabólicas e influenciam de maneira positiva o desempenho dos animais, com ou sem o valor nutricional. Esses aditivos na dieta de vacas leiteiras atuam com o propósito de intensificar a qualidade, melhorando o desempenho do animal de forma segura e eficaz. Independentemente de já ser comprovado os benefícios nas dietas dos ruminantes, a inclusão destes aditivos não corrige as falhas que podem existir no manejo alimentar. Outra finalidade de fazer a utilização das substâncias é efetuar ajustes necessários na dieta e fazer melhorias quando o manejo já foi adequado. As substâncias, que podem ser orgânicas ou inorgânicas, tem como principal mecanismo a fermentação ruminal, ora eliminando bactérias que prejudicam o sistema fermentativo, ora dando condições de crescimento para bactérias benéficas ao sistema, por exemplo óleos essenciais. A inclusão de óleos essenciais nas dietas de bovinos dependerá da relação custo-benefício deste aditivo.

Palavras-chave: Alimentação. Bovino. Fermentação ruminal. Produtos orgânicos. Saúde animal.

6.SUMMARY

Essential oils in the diet of dairy cows: Bibliographic Review

Additives are microorganisms or substances added to the diet on purpose, which cause metabolic changes and positively influence the performance of animals, with or without nutritional value. These additives in the diet of dairy cows act with the purpose of intensifying the quality, improving the animal's performance in a safe and effective way. Regardless of the already proven benefits in ruminant diets, the inclusion of these additives does not correct the flaws that may exist in feed management. Another purpose of using substances is to make necessary adjustments to the diet and make improvements when management has already been adequate. The substances, which can be organic or inorganic, have rumen fermentation as their main mechanism, either eliminating bacteria that harm the fermentation system, or providing growth conditions for beneficial bacteria to the system, for example essential oils. The inclusion of essential oils in cattle diets will depend on the cost-effectiveness of this additive.

Key words: Animal health. Bovine. Feeding. Organic products. Ruminant fermentation.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAMOVIC, T.; BROOKER, J.D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 64, n. 3, p. 403-412, 2005.

AESCHBACH, R.; LÖLIGER, J.; SCOTT, B.C.; MURCIA, A.; BUTLER, J.; HALLIWELL, B.; ARUOMA, O.I. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 1994.

ALONSO, J.R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: Isis Ediciones Buenos Aires, 1998.

AMORATTI, R.; PEDULLI, G. F.; VALGIMIGLI, L.; ATTANASI, O. A.; FILIPPONE, P.; FIORUCCI, C. SALADINO, R.. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radical with cardanol derivatives. **Journal of Chemical Sciences**, v. 2, p. 2142-2146, 2001.

ARAUJO, R. C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal in vitro**. 178 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2010.

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

BANIAS, C.; OREOPOULOU, V.; THOMOPOULOS, C.D. The effect of primary antioxidants and synergists on the activity of plant extracts in lard. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 69, n. 6, p. 520-524, 1992.

BARATTA, M.T.; DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G.; BIONDI, D.M.; RUBERTO, G. Chemical composition, antimicrobial and antioxidative activity of laurel, sage, rosemary, oregano and coriander essential oils. **Journal of Essential Oil Research**, v. 10, n. 6, p. 618- 627, 1998.

BENCHAAAR, C.; CALSAMIGLIA, S; CHAVES, A.V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, p. 209-228, 2008b.

BENCHAAAR, C.; CHOUINARD, P. Y. Short communication: Assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 92, p. 3392–3396, 2009.

BENCHAAAR, C.; MCALLISTER, T. A.; CHOUINARD, P. Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extract. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4765–4777, 2008a.

BENCHAAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D. R.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 886-897, 2007.

BENCHAAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T. D.; CHOUINARD, P. Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 4352–4364, 2006.

Bertoni, J.C.; Del Valle, T.A.; Verdurico, L.C. Óleo de mamona na alimentação animal. **Revista Ciência, Tecnologia&Ciencia**, v.2, n. 1, p.1-7, 2015.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015. [acesso em 18 de jul. de 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumospecuari>

os/produtos-veterinarios/legislacao1/instrucoes-normativas/instrucao-normativasdam
apa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf/view.

BRITO, R. Óleos essenciais melhoram eficiência alimentar de vacas. **AGROLINK**, 2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/oleos-essenciais-melhoram-eficienciaalimentardevacas_453854.html#:~:text=Segundo%20os%20resultados%20da%20pesquisa,de%20mat%C3%A9ria%20seca%20na%20dieta. Acesso em: [18 de jul. de 2022].

BROUGHAN, C. Odours, emotions, and cognition- how odours may affect cognitive performance. **International Journal of Aromatherapy**, Hove, v. 12, p. 92- 98. 2002.

BRUGALI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.167-182.

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.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; CARDOZO, P.W.; KAMEL, C. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2508-2516, 2005a.

Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L. and Ferret, A. 2007. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**. 90: 2580–2595.

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*, Champaign, v. 84, p. 2801-2808, 2006.

CARDOZO, P. W. et al. Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, p. 3230-3236, 2004.

CARDOZO, P.W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3230-3236, 2007.

CARSON, C. F.; MEE, B. J.; RILEY, T. V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 46, p. 1914-1920, 2002.

CARVALHO, J.C.T.; ALMANÇA, C.C.J. **Formulário de prescrição fitoterápica**. Ed. Atheneu, 2003.

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

CASTRO, F. Confinamento sem volumoso traz benefícios aos produtores. Vicososa, 2009. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/> Acesso em: 18/07/2022.

CAVALLITO, C.J.; BUCK, J.S.; SUTER, C.M. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. II. Determination of the chemical structure. **Journal of the American Chemical Society**, v. 66, n. 11, p. 1952-1954, 1944.

CHAIBI, A.; ABABOUC, L.H.; BELASRI, K.; BOUCETTA, S.; BUSTA, F.F. Inhibition of germination and vegetative growth of (*Bacillus cereus*) T and (*Clostridium botulinum*) 62A spores by essential oils. **Food Microbiology**, v. 14, n. 2, p. 161-174, 1997.

CHAO, S.C.; YOUNG, D.C. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v. 12, p. 856-62, 2000.

CHAVES, A. V.; DUGAN, M. E. R.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; BYSTROM, J. M.; MCALLISTER, T. A.; VAN HERK, F.; BENCHAAR, C. A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 213-220, 2011.

CHAVES, A. V.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; MCALLISTER, T. A.; BENCHAAR, C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 396-408, 2008.

CIMANGA, K.; KAMBU, K.; TONA, L.; APERS, S.; DE BRUYNE, T. HERMANS, N.; TOTTE, J.; PIETERS, L.; VLIETINCK, A. J. Correlation Between Chemical composition And Antibacterial Activity Of Essential Oils Of Some Aromatic Medicinal Plants Growing In The Democratic Republic Of Congo. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 79, p. 213 – 220, 2002.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Sindirações. 2009. [acesso em: 18 de jul. de 2022]. Disponível em: <https://sindiracoes.org.br/?s=COMP%C3%80NDIO+BRASILEIRO+DE+ALIMENTA%C3%87%C3%83O+ANIMAL>.

Coneglian, S. Nutrição Animal: Os Benefícios do Uso de Óleos Essenciais, 2022. <https://nutrimosaic.com.br/> Acesso em 18 de jul. de 2022.

CORRÊA, M.P. Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. 1984.

COSTA, *et al.* Aditivos: O que há de novo?. **LEITEINTEGRAL**, 2012. Disponível em: <<http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/aditivos-o-que-ha-de-novo>>. Acesso em: 11 de maio. de 2019.

COUTINHO, Diogo Antignani. VALOR ALIMENTÍCIO DA DIETA, NA PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA, ALIMENTADAS COM CONCENTRADO CONTENDO LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU. 2014.

CRANE, A.; NELSON, W.O.; BROWN, R. E. Effects of d-limonene and α -d-pinene on in vitro carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.

Cutrim ESM, Teles AM, Mouchrek AN, Filho MVE, Everton GO. Evaluation of antimicrobial and antioxidant activity of essential oils and hydroalcoholic extracts of *zingiber officinale* (ginger) and *rosmarinus officinalis* (Rosemary). *Rev Virtual Quim*. 2019;11(1):60–81.

DAVIDSON, P. M.; NAIDU, A. S. Phytophenols. In: Naidu, A. S. (ed), **Natural food Antimicrobial Systems**, p. 265-295, 2000.

DE OLIVEIRA, Juliana Silva; DE MOURA ZANINE, Anderson; SANTOS, Edson Mauro. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2005.

DELAQUIS, P. J. et al. Antimicrobial activity of mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. **International Journal Food Microbiology**, Amsterdam, v. 74, p. 101-109, 2002.

DIDRY, NICOLE; DUBREUIL, LUC; PINKAS, MADELEINE. Activity of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde and eugenol on oral bacteria. **Pharmaceutica Acta Helvetiae**, v. 69, n. 1, p. 25-28, 1994.

Domiciano, F; Silvério, L. **Secretaria da Agricultura e Abastecimento – Instituto de Zootecnia**, 2019. Secretaria de Agricultura pesquisa óleos essenciais e hidrolatos para serem usados na produção agropecuária, indústria e gastronomia: Produção animal: óleos essenciais para controle de carrapato e substituto aos antibióticos são pesquisados pelo

IZ. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/noticia.php?id=1284>. Acesso em: 18 de julho de 2022.

DORMAN, H.J.D; DEANS,S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **J. of Applied Microb.**, Oxford, v. 88, p.308-316, 2000.

EDUCAPOINT. Como funcionam os aditivos na dieta de vacas leiteiras? 2022. [acesso em 16 de jul. de 2022]. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/blog/pecuaria-leite/aditivos-dieta-bovinos-leite/>.

ELGAYYAR, M.; DRAUGHON, F. A.; GOLDEN, D. A.; MOUNT, J. R. Antimicrobial activity of essential oils from plants against selected pathogenic and saprophytic microorganisms. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 7, p. 1019-24, Jul 2001.

EVANS, J. D.; MARTIN, S. A. Effect of thymol on ruminal microorganisms. *Current Microbiology*, v. 41, p. 336-340, 2000.

FASSEAS, M.K.; MOUNTZOURIS, K.C.; TARANTILIS, P.A.; POLISSIOU, M.; ZERVAS, G. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1188-1194, 2008.

FATHI M.H.; RIASI A.; ALLAHRESANI A. The effect of vanilla flavoured calf starter on performance of Holstein calves. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.18, p.412–419, 2009.

FDA.U.S. Food and Drug Administration. Disponível em: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfrCFRSearch.cfm?fr=182.20> Acesso em: 18/07/2022.

FREIRE L. D. R. Amilase exógena e óleos essenciais como alternativa à monensina em dietas de vacas em lactação. UESB. Itapetinga, 2017. 51p. [acesso em 18 de set. de 2020]. Disponível em: http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2018/09/Tese_LeileDaiane_FINAL.pdf.

GARCIA, L. Aditivos na alimentação de vacas leiteiras. AGROLINK. 2016. [acesso em 18 de set. de 2020]. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/colunistas/artigo-aditivos-na-alimentacao-de-vacas-leiteiras_388301.html.

GEDAM, P.H.; SAMPATHKUMARAN, P.S. Cashew nut shell liquid: extraction, chemistry and applications. *Progress in Organic Coatings*, v.14, n. 2, p.115-157, 1986.

GIANNENAS I, SKOUFOS J, GIANNAKOPOULOS C, WIEMANN M, GORTZI O, LALAS S, KYRIAZAKIS I. Effects of essential oils on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. **J. Dairy Sci.** 94:5569-5577. 2011.

GOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 374, 2007.

GRIFFIN, S.G.; WYLLIE, S.G.; MARKHAM, J.L.; LEACH, D.N. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 14, p. 322-332, 1999.

GUIDOTTI, Micaela. Aditivos fitogênicos na alimentação de aves de produção. **Seminário UFO**, 2011.

HAMAD, F. B.; MUBOFU, E. B. Potential biological applications of bio-based anacardic acids and their derivatives. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 8569-8590, 2015.

HART, K.J. et al. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 147, p. 8–35. 2008.

HELANDER, I.M., ALAKOMI, H.L., LATVA-KALA, K., MATTILA-SANDHOLM, T., POL, I., SMID, E.J., GORRIS, L.G.M., VON WRIGHT, A. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *J. of Agric. and Food Chemistry* 46, 3590–3595, 1998.

HEMSHEKHAR, M.; SINUTHA, K.; SEBASTIN SANTHOSH, M.; DEVARAJA, S.; KEMPARAJU, K.; VISHWANATH, B. S.; NIRANJANA, S. R.; GIRISH, K. S. An overview on genus *Garcinia*: phytochemical and therapeutical aspects. **Phytochemistry Review**, v. 10, p. 325–351, 2011.

HUI, Y. H. Oleoresins and essential oils. In: BAILEY'S industrial oil and fat products. New York: Wiley-Interscience Publication, 1996. v. 6, p. 145-153.

IVANOVA, A.; MIKHOVA, B.; NAJDENSKI, H.; TSVETKOVA, I.; KOSTOVA, I. Chemical composition and antimicrobial activity of wild garlic *Allium ursinum* of Bulgarian origin. **Natural Product Communications**, v. 4, n. 8, p. 1059-1062, 2009.

JESUS, E. F. Óleo funcional na alimentação de vacas leiteiras. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015. [acesso em 18 de jul. 2022 Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134246/jesus_efdrjabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

JUVEN, B.J.; KANNER, J.; SCHVED, F.; WEISSLOWICZ, H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 76, p. 626-631, 1994.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts The focus on herbs and spices in modern animal feeding is too often forgotten. Since the prohibition of most of the antimicrobial growth promoters, plant extracts have gained interest in alternative feed strategies. **Feed Mix**, v. 8, n. 4; SPI/1, p. 19-23, 2000.

KOHLERT, C.; VAN RENSEN, I.; MARZ, R.; SCHINDLER, G.; GRAEFE, E. U.; VEIT, M. Bioavailability and pharmacokinetics of natural volatile terpenes in animals and humans. **Planta Medica**, v. 66, p. 495–505, 2000.

KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 51, p. 7624-7628, 2003.

KUNG, L. et al. A blend of essential oils used as additive to alter silage fermentation or used as feed additive for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p.4793- 4800, 2008.

LAMBERT, C.; APEL, K.; BIESALSKI, H. K.; FRANK, J. 2-Methoxyestradiol induces caspase-independent, mitochondria-centered apoptosis in DS-sarcoma cells. **International Journal of Cancer**, v. 108, n. 4, p. 493-501, // 2004.

LAMBERT, R. J. W.; SKANDAMIS, P. N.; COOTE, P.; NYCHAS, G. J. E. A study of minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacol. **Journal of Applied Microbiology**, v. 91, p. 453-462, 2001.

LANGHOUT, P. New additives for broiler chickens. **Feed Mix-The International Journal on Feed, Nutrition and Technology**, v. 18, p. 24-27, 2000.

LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E.D.P.A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 358-362, 2000.

LIMA, F. D. Aditivos para nutrição animal: tecnologias para ganhos de eficiência. BTA add innovation. 2020. [acesso em 18 de nov. 2020]. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/aditivos-para-nutricao-animal-tecnologias-par-a-ganhos-de-eficiencia/93/>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa:Instituto Plantarum, v. 1, 384 p, 2002.

LOURENÇO, M.; CARDOZO, P.W.; CALSAMIGLIA, S.; FIEVEZ, V. Effects of saponins, quercetin, eugenol, and cinnamaldehyde on fatty acid biohydrogenation of forage polyunsaturated fatty acids in dual-flow continuous culture fermenters. **J. Animal Sci.**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3045-3053, 2008.

MACHADO GER, J.D.S.; LOPES, L.D., OLIVEIRA SILVA, R.M.D. **A perspectiva do biodiesel a partir do cultivo da mamona no Brasil**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Fortaleza-CE ABEPRO, 2006.

MACHADO, P. DE ALMEIDA; DURAN, M. GUITIERREZ. Garlicina, a new antibiotic. **Anais paulistas de medicina e cirurgia**, v. 55, n. 2, p. 93-115, 1948.

MAGALHÃES, J. D. Óleos funcionais a nova geração dos moduladores da fermentação ruminal, livre de antibióticos. O presente rural. [acesso 18 de jul. de 2022]. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/oleos-funcionais-a-nova-geracao-dos-moduladores-de-fermentacao-ruminal-livre-de-antibioticos/>.

Marshall, B. M., & Levy, S. B. (2011). Food animals and antimicrobials: impacts on human health. **Clinical Microbiology Reviews**, 24(4), 718–733. <https://doi.org/10.1128/CMR.00002-11>

MARSIGLIO, B.N. **Óleos funcionais em dieta de alto grão para ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes, desempenho, características da carcaça e do músculo Longissimus dorsi**. 2012. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

Matos, A. M., Ornaghi, M. G., Carvalho, V. M., Avila, V. A. D., Bonin, E., Castilho, R. A., Ramos, A. V. G., Baldoqui, D. C., Prado, R. M., & Prado, I. N. (2021). Atividade antimicrobiana in vitro de uma combinação de óleos vegetais de caju e mamona e de óleos essenciais de cravo, eugenol, timol e vanilina contra bactérias Gram-negativas e Gram-positivas no rúmen de bovinos. **Research, Society and Development**, 10(8), 1–15. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16900>

MATOS, F.J.A; MACHADO, M.I.L.; CRAVEIRO, A. A.; ALENCAR, J.W.; SILVA, M.G.V. Medicinal Plants of Northeast Brazil Containing Thymol and Carvacrol-Lippia sidoides Cham. and L. gracillis HBK (Verbenaceae). **Journal of Essential Oil Research**, v. 11, n. 6, p. 666- 668, 1999.

MAZZETTO, Selma Elaine; LOMONACO, Diego; MELE, Giuseppe. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, p. 732-741, 2009.

MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, p. 5011-5014, 2003.

MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. **Pig Progress**, Doetinchem, v.16, p.18-21, 2000.

MELO, E. P. Usos de óleos essenciais na nutrição de ruminantes. O presente rural. 2019. [acesso 07 de nov. de 2020]. Disponível em: <https://opresenterural.com.br/uso-de-oleos-essenciais-na-nutricao-de-ruminante> s/.

MEYER, N.F., ERICKSON, G.E., KLOPFENSTEIN, T.J., GREENQUIST, M.A., LUEBBE, M.K., WILLIAMS, P., ENGSTROM, M.A., 2009. Effect of essential oils, tylosin and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation and digestibility. **Journal of Animal Science**.87, 2346–2354. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1493>

MORAIS, J. A. da S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: Funep, 2011. p. 565-600.

MUNDOS DOS ÓLEOS. Conheça quais são os métodos de extração de óleos essenciais. 2020. [acesso 07 de nov. de 2020]. Disponível em: <https://www.mundodosoleos.com/blogs/news/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais>.

MUNDOS DOS ÓLEOS. Conheça quais são os métodos de extração de óleos essenciais. 2020. [acesso 18 de jul. de 2022]. Disponível em: <https://www.mundodosoleos.com/blogs/news/metodos-de-extracao-de-oleos-essenciais>.

MUROI, H.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K.; KUBO, I. Synergistic effects of anacardic acids and methicillin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **Biorganic and Medical Chemistry**, v. 12, p. 583-587, 2004.

NAGABHUSHANA K. S.; SHOBHA, S. V.; RAVINDRANATH, B. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal of Natural Products**, v. 58, p. 807 – 810, 1995.

NAIK, M. I.; FOMDA, B. A.; JAYKUMAR, E.; BHAT, J. A. Antibacterial activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) oil against some selected pathogenic bacteria. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 3, p. 535-538, 2010.

NEWBOLD, C. J.; MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v. 114, p. 105-112, 2004.

NOVAK, A., G. CLARK, AND H. DUPUY. Antimicrobial activity of some ricinoleic acid and oleic acid derivatives. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 38, p. 321–324, 1961.

OKOH, O. O.; SADIMENKO, A. P.; AFOLAYAN, A. J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. *Food Chemistry*, London, v. 120, p. 308–312. 2010.

OLDONI, T. L. C. **Isolamento e identificação de compostos com atividade antioxidante de uma nova variedade de própolis brasileira produzida por abelhas da espécie *Apis mellifera***. 2004, 104p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

OLIVEIRA O. A. M.; AMARAL A. G.; PEREIRA K. A.; CAMPOS J. C. D.; TAVEIRA R.

Z. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente., v. 12, n. 1, p. 287-311, jan./mar. Maringá, 2019. [acesso em 17 de set. 2020]. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/5334/3368>.

OLIVEIRA, R.C. e IGARASI, M.S. Utilização de óleos essenciais na mitigação da metanogênese. PUBVET, Londrina, V. 7, N. 6, Ed. 229, Art. 1515, Março, 2013. [acesso em 8 de out. 2020]. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/artigo/546/utlizaccedilatildeo-de-oacuteteleos-essenci> ais-na-mitigaccedilatildeo-da-metanogecircnese.

OYEDEJI, A.O.; EKUNDAYO, O.; OLAWORE, O.N.; ADENIYI, B.A.; KOENIG, W.A. Antimicrobial activity of the essential oils of five (Eucalyptus) species growing in Nigeria. **Fitoterapia**, v. 70, n. 5, p. 526-528, 1999.

PATRA A. K., YU Z. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability, fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. **Bioresource Technol.** 148 352–360, 2013.

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

PEIRIS, H.; ELLIOTT, R.; NORTON, B.W. Substitution of sorghum grain for molasses increases the liveweight gain of steers given molasses-based diets. *Journal Agricultural Science*, v. 130, n. 2, p. 199-204, 1998.

POSER, G.L.; MENTZ, L.A. Diversidade Biológica e Sistemas de Classificação. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ,

L.A.;PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre, RS:Ed. UFSC, 1102 p, 2004.

PRESCOTT, L. M.; HARLEY, J. P.; KLEIN, D. A. Controle de microorganismos por agentes físicos y químicos. **Microbiología**. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, p. 145-162, 2004.

PUREVJAV, T. **Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs**. 106p. Dissertação em Fisiologia - Iowa State University, Ames, Iowa, 2011.

RALPHS, M.H.; GARDNER, D.R.; PFISTER,J.A.Toxophenology and grazing risk models of all larkspur. In Poisonous Plants and Related Toxins, Wallingford, Oxon.: CAB International,pp. 575–581, 2004.

RAMOS, M. H.. 3rlab, 2015; **Aditivos para vacas leiteiras: o que a literatura científica esta nos dizendo**. Disponível em: <https://www.3rlab.com.br/aditivos-para-vacas-leiteiras-o-que-a-literatura-cientifica-esta-nos-dizendo/> . Acesso em: [18 de jul. de 2022].

RIBEIRO, Angelo Dias Brito. **Uso de óleo essencial de tomilho (Thymus vulgaris) na dieta de ovinos**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RUSSELL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition**. Ithaca, 2002. p. 119.

SAITO, M.L.; SCRAMIN, S. Plantas aromáticas e seu uso na agricultura. **Embrapa meio ambiente. Documentos**, Jaguariúna: Embrapa. 48 p, 2000.

SANTOS F.H.R.; DE PAULA M.R.; LEZIER D.; SILVA J.T.; SANTOS G.; BITTAR C.M.M. Essential oils for dairy calves: effects on performance, scours, rumen fermentation and intestinal fauna. **Animal**, v. 9, n. 6 p. 958–965, 2015.

SANTOS, J. E. P.; GRECO, L. P. Leveduras vivas e cultivo de leveduras em dietas de bovinos leiteiros **Revista leite integral**. 2012. [acesso em 4 de out. 2020]. Disponível em: <http://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/leveduras-vivas-e-cultivo-de-leveduras-em-dietas-de-bovinos-leiteiros---parte-i>.

SANTOS, M.B.; ROBINSON, P.H.; WILLIAMS, P.; LOSA, R. Effects of addition of an essential oil complex to the diet of lactating dairy cows on whole tract digestion of nutrients and productive performance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 157, n. 1/2, p. 64-71, 2010.

SANTOS, S. A.; ALVES, S. M.; FIGUEIRÊDO F. J. C.; NETO, R. O. G. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. **Embrapa, Comunicado técnico**. Belém. Novembro, 2004. [acesso 19 de nov. de 2020]. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/402448/1/com.tec.99.pdf>.

SHINKAI, T.; ENISHI, O.; MITSUMORI, M.; HIGUCHI, K.; KOBAYASHI, Y.; TAKENAKA, A.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; KOBAYASHI, Y. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5308-5316, 2012.

SIKKEMA, J.; DE BONT, J.A.M.; POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. **Microbiological Reviews**, v. 59, p. 201-222, 1995.

SILVA, M.R.; LACERDA, D.B.C.L.; SANTOS, G.G.; MARTINS, D.M.O. Chemical characterization of native species of fruits from savanna ecosystem. **Ciencia Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVEIRA, R. Pesquisa com apoio da EPAMIG confirma que óleos essenciais melhoram eficiência alimentar de vacas leiteiras. **EPAMIG**, 2021. Disponível em: <https://epamig.wpcomstaging.com/2021/07/29/pesquisa-com-apoio-da-epamig->

confirma-que-oleos-essenciais-melhoram-eficiencia-alimentar-de-vacas-leiteiras/.

Acesso em: [18 de jul. de 2022].

SMITH-PALMER, A.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Letters in Applied Microbiology**. v. 26, p. 118–122. 1998.

SPANGHERO, M. et al. Effect of increasing doses of a microencapsulated blend of essential oils on performance of lactating primiparous dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 153, p. 153–157, 2009.

STELLA, L. A.; ZUBIETA, A. S.; GOMES, B. K.; PRATES, E. R. Óleos essenciais como alternativa para a redução do metano em ruminantes. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v.14, n.4, p.6091-7000, jul./ ago, 2017. [acesso em 18 de jul. 2022]. Disponível em: [https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo 436. pdf](https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo%20436.pdf).

TASSOUL, M. D., SHAVER, R. D. Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p.1734-1744, 2009.

TEDESCHI, L. O.; CALLAWAY, T. R.; MUIR, J. P.; ANDERSON, R. C. Potential environmental benefits of feed additives and other strategies for ruminant production. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 291-309, 2011.

TIRADO, C. Blanco e cols. Estudo comparativo de óleos cítricos colombianos por cromatografia gasosa de alta resolução e cromatografia gasosa-espectrometria de massa. **Journal of Chromatography A** , v. 697, n. 1-2, pág. 501-513, 1995.

Torres, R. N. S., Paschoaloto, J. R., Ezequiel, J. M. B., Silva, D. A. V, & Almeida, M. T. C. (2021). Meta-analysis of the effects of essential oil as an alternative to monensin in diets for beef cattle. **The Veterinary Journal**, 272, 105659. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2021.105659>.

TREVISAN, M. T.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R.; WÜRTELE, G.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; OWEN, R. W. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p.188-97, 2006.

ULTEE, A.; BENNIK, M.H.J.; MOEZELAAR, R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied Environmental Microbiology**, v.68, p.1561-1568, 2002.

ULTEE, A.; KETS, E. P. W.; ALBERDA, M.; HOEKSTRA, F. A.; SMID, E. J. Adaptation of the food-borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol. **Archives of Microbiology**, v. 174, n. 4, p. 233-238, 2000/10/01 2000.

ULTEE, A.; KETS, E.P.W.; SMID, E.J. Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied Environmental Microbiology**. 65, 4606–4610, 1999.

UNGARO, Maria Regina Gonçalves. Armazenamento do grão, óleo e torta de girassol visando a indústria alimentícia e de biodiesel. Instituto Agronômico de Campinas, 2008. Disponível em: <http://sigcti.mct.gov.br/fundos/rel/ctl/ctl.php?act=projeto.visualizar&idp=16675>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2012.

VAKILI, A. R. et al. The effects of Thyme and Cinnamon essential oils on performance, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves consuming high concentrate diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Gwanak-gu, v. 26, n. 7, p. 935-944, 2013.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of fatty acid derivatives on rumen methane and propionate in vitro. **Applied Microbiology**, v. 21, p. 365–366, 1971.

VARGA, G.; BLOCK, E.; WILLIAMS, P.; CASSIDY, T.W.; LOSA, R. Effect on CRINA RUMINANTS, a mixture of essential oil components, on continuous culture

fermentation and milk production of lactating cows. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 82, suppl. 1, p. 334, 2004.

VELLUTI, A. et al. Inhibitory effect of cinnamon, clove, lemongrass, oregano and palmarose essential oils on growth and fumonisin B1 production by *Fusarium proliferatum* in maize grain. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 89, p. 145-154, 2003.

VENDRAMINI, T. H. A. **Avaliação de Diferentes Aditivos na Alimentação de Vacas Leiteiras**. 2015. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

VILLALBA, J.J.; PROVENZA, F.D. Challenges in extrapolating in vitro findings to in vivo evaluation of plant resources. In: VERCOE, P.E.; MAKKAR, H.P.S.; SCHLINK, A.C. (Ed.). **In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies**. London: Springer, cap. 11, p. 233- 242, 2010.

WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, p. 621–629, 2004.

WANG, R.; LI, D.; BOURNE, S. Can 2000 years of herbal medicine history help us solve problems in year 2000?. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 14. Nottingham, UK. 1998. **Anais...** Nottingham: ALLTECH, 1998. p.168-184.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S.; NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M.; FORESTER, R. J.; KOBAYASHI, Y. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methaneenhancing agent for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5258- 5267, 2010.

WEBER, G.M.; MICHALCZUK, M.; HUYGHEBAERT, G.; JUIN, H., KWAKERNAAK, C., GRACIA, M.I. Effects of a blend of essential oil compounds and benzoic acid on performance of broiler chickens as revealed by a meta-analysis of 4 growth trials in various locations. **Poultry Science**, v.91, p.2820–2828, 2012.

WENDAKOON, C. N.; SAKAGUCHI, M. Inhibition of Amino Acid Decarboxylase Activity of Enterobacter aerogenes by Active Components in Spices. **Journal of Food Protection**, v. 58, p. 280-283, 1995.

WILLIAMS, L.R.; STOCKLEY, W. Essential oils with high antimicrobial activity for therapeutic use. **The International Journal of Aromatherapy**, Amsterdam, v. 8, n. 4, Oct. /Dec. 1998.

WOOD, T.A.; RAMOS-MORALES, E.; McKAIN, N.; SHEN, X.; ATASOGLU, C.; WALLACE, R.J. Chrysanthemum coronarium as a modulator of fatty acid biohydrogenation in the rumen. **Anim. F. Sci. and Tech.**, Amsterdam, v. 161, n. 1, p. 28-37, 2010.

YANG, W. Z. et al. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 3, p. 1082-1092, 2010.

YANISHLIEVA, N.; POKORNÝ, J.; GORDON, M.H. **Antioxidants in Foods: Practical Applications**. CRC Press, 2001.

YIN, Mei-chin; CHENG, Wen-shen. Atividade antioxidante de vários membros do Allium. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 10, pág. 4097-4101, 1998.

ZAGO, J.A.A.; USHIMARU, P.I.; BARBOSA, L.N.; FERNANDES JR., A. Sinergismo entre OE e drogas antimicrobianas sobre linhagens de Staphylococcus aureus e Escherichia coli isoladas de casos clínicos humanos. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 828-833, 2009.

ZHANG, W.; XIAO, S.; SAMARAWEEERA, H.; LEE, E.J.; AHN, D.U. Improving functional value of meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 15-31, 2010.