



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS
TRÓPICOS**

Laís Andréia Trindade Correa

**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO EM DIETAS PARA BOVINOS
DE CORTE CONFINADOS**

**ARAGUAÍNA - TO
2024**

LAÍS ANDRÉIA TRINDADE CORREA

**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO EM DIETAS PARA BOVINOS
DE CORTE CONFINADOS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre,
junto ao Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia
nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Área de concentração: Produção animal
Linha de pesquisa: Tecnologias para a produção animal no
bioma Amazônia: Alternativas Alimentares para Ruminantes

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fabrícia Rocha Chaves Miotto
Coorientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

**ARAGUAÍNA - TO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- C824u Correa, Laís Andréia Trindade.
 Usos do óleo essencial de orégano em dietas para bovinos de corte confinados. / Laís Andréia Trindade Correa. – Araguaína, TO, 2024.
 59 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2024.
 Orientador: Fabrícia Rocha Chaves Miotto
 Coorientador: José Neuman Miranda Neiva
1. Modulação ruminal. 2. Antimicrobianos. 3. Extratos vegetais. 4. Carvacrol. I. Título

CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LAÍS ANDRÉIA TRINDADE CORREA

**USO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO EM DIETAS PARA BOVINOS
DE CORTE CONFINADOS**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, tendo sido julgada pela banca examinadora:

Aprovada em 27/03/2024

Prof^a. Dr^a. Fabrícia Rocha Chaves Miotto

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

Prof. Dr. Edênio Detmann



Prof. Dr. João Maurício Bueno Vendramini

Araguaína - Tocantins, 2024.

Aos meus queridos pais, Erivan de Jesus Coelho Correa e Andréia Trindade Brandão Correa que me ensinaram a importância do conhecimento, disciplina, esforço e dedicação e sempre me apoiaram nas minhas escolhas.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado meu caminho durante essa trajetória me concedendo força e determinação para enfrentar os desafios sem desistir.

Ao Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do norte do Tocantins, pela oportunidade de realizar mais um sonho na formação profissional.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A minha orientadora Dr^a Fabrícia Rocha Chaves Miotto, pelo apoio, ensinamentos e amizade, obrigada pela confiança e oportunidade de aprender.

Ao meu coorientador Dr. José Neuman Miranda Neiva pelo apoio, ensinamentos, cobranças e amizade. Expresso aqui minha admiração pelo exemplo de profissional.

Aos professores do PPGIZT por todo conhecimento repassado, em especial ao professor Dr. Luciano Fernandes (*in memória*) pelas análises estatísticas dos dados.

Ao pós-doutorando Robert Mora pela ajuda durante as avaliações experimentais e paciência em me ajudar na interpretação dos dados.

Aos colegas da pós-graduação pela ajuda e trocas de conhecimento: Luíza Carneiro, Bárbara Pércya, Mirelle Magalhães, Daniel Tavares, Thays Matias, Murilo Saude, Pedro Hyago, Tays Feitosa, Bernardo Martiniz e Hugo Mariano, em especial a Roberta Freitas sempre presente e disposta ajudar.

Aos bolsistas do grupo de estudos em produção de ruminantes, do PET e os voluntários da UFNT: Thayná Murta, Eduardo Santos, Kaynan Campos, Pedro Lopes, Entony Libanio, Thalita Matias, Yago Patrocínio, Luis Gustavo, Gabriel Neiva, Sérgio Eduardo, Beatriz Ribeiro, Marina Alves, especialmente a Rafaella Maldonado pela amizade e ajuda durante todo o período.

Aos técnico de laboratório de nutrição animal Josimar e Adriano, pelos ensinamentos e apoio durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários da empresa terceirizada pelo comprometimento diário no manejo dos animais e até na pesagem e fornecimento do trato para os animais quando me viam lá sozinha, especialmente Sr. Jackson Brito, Oziel Barbosa e Josoaldo Alves, muito obrigada.

Aos meus pais Erivan e Andréia pelo amor, orações, conselhos, apoio e princípios passados, o que sou hoje é graças a vocês, minha eterna gratidão.

A minhas irmãs Erica Andréia e Eloiza Andréia pelo apoio e ajuda mesmo longe.

Ao meu companheiro Ricciere Parente que me incentivou e apoiou neste sonho e esteve sempre ao meu lado.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional.

Meu muito obrigada a todos.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito do uso do óleo essencial de orégano (OEO) (*Origanum vulgare*) em comparação ao aditivo ionóforo monensina sódica em dietas de garrotes terminados em confinamento. Foram utilizados 40 novilhos zebuínos Nelore com idade média de 20 meses e $386 \text{ kg} \pm 23,88 \text{ kg}$ de peso vivo (PV), terminados em sistema de confinamento. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos: 1) Sem aditivo (controle); 2) Monensina (30 mg.kg^{-1} de matéria seca [MS]); 3) $3 \text{ g.animal}^{-1}\text{dia}^{-1}$ de OEO (3OEO) e 4) $6 \text{ g.animal}^{-1}\text{dia}^{-1}$ de OEO. A dieta foi constituída por concentrado e silagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça na proporção de 88:12, fornecida uma vez ao dia com ajuste diário para permitir sobras de 5%. O experimento teve duração de 120 dias, sendo os 10 primeiros dias para adaptação dos animais às dietas. Foi avaliado o consumo, digestibilidade, desempenho, comportamento ingestivo, características de carcaça e qualidade da carne. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado. O consumo de MS e NDT foram menores ($P < 0,05$) para o tratamento MON em comparação à dieta 6OEO. Não houve influência das dietas ($P > 0,05$) para as variáveis de desempenho. As dietas monensina e 3OEO apresentaram menores ($P < 0,05$) tempo de ruminação e coeficiente de digestibilidade aparente da MS, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Não se observou efeito dos aditivos ($P > 0,05$) para as variáveis de características da carcaça e qualidade da carne. Contudo, o uso de 6 gramas de óleo essencial de orégano reduziu a variação dos pesos de carcaça em comparação à monensina e à dieta sem aditivo. Além disso, o uso de óleo essencial orégano melhorou a digestibilidade da MS e nutrientes e reduzindo a variação entre animais. O óleo essencial de orégano pode substituir a monensina em dietas de bovinos confinados, uma vez que não altera as variáveis de desempenho e carcaça, mantém a qualidade da carne e permiti maior homogeneidade das carcaças.

Palavras-chave: modulação ruminal, antimicrobianos, extratos vegetais, carvacrol.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effect of using oregano essential oil (OEO) (*Origanum vulgare*) in comparison to the ionophore monensin in finishing diets in feedlot. Forty Nelore zebu steers were used, with an average age of 20 months and $386 \text{ kg} \pm 24 \text{ kg}$ of live weight (LW). The animals were randomly allocated into four treatments: 1) No additive (control), 2) MON (30 mg.kg⁻¹ of dry matter [DM]), 3) 3 g.animal⁻¹day⁻¹ of OEO (3OEO) and 4) 6 g.animal⁻¹day⁻¹ of OEO, and distributed in a completely randomized design. The diet was 88:12 concentrate:silage ratio and the silage was made of *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa. The diet was fed once daily targeting 5% ortz. The experimental period was 120 d, with 10 d adaptation and 110 collection period. Intake, digestibility, performance, ingestive behavior, carcass characteristics and meat quality were evaluated.. The monensin diet had lesser ($P < 0.05$) DM intake than the other diets, and lesser TDN intake than 6OEO, which did not differ among them. There was no effect of treatments ($P > 0.05$) on the performance variables. The MON and 3OEO treatments had lesser ($P < 0.05$) rumination time and DM, CP, ether extract, and neutral detergent fiber apparent digestibility. There was no effect of additives ($P > 0.05$) on carcass characteristics and meat quality variables. However, the use of 6 grams of oregano essential oil reduced the variation in carcass weights compared to monensin and control. Furthermore, the use of oregano essential oil improved DM and nutrient digestibility and reduced variation between animals. Oregano essential oil can replace monensin in feedlot diets, as it did not alter performance and carcass variables and allowed for greater carcass homogeneity.

Keywords: rumen modulation, antimicrobials, plant extracts, carvacrol.

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
REVISÃO DE LITERATURA	13
Perfil das dietas utilizadas em confinamento	13
Uso de ionóforos em dietas de animais em confinamento	14
Óleos essenciais	19
Material e métodos.....	24
Local do estudo e declaração ética	24
Manejo dos animais e dietas experimentais.....	24
Consumo, digestibilidade e desempenho	26
Comportamento ingestivo	27
Avaliação das características da carcaça e qualidade da carne	27
Análises estatísticas.....	29
Resultados	31
Discussão	38
Conclusão	44
Referências.....	45

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na alimentação de bovinos os antibióticos são utilizados para modular o ambiente ruminal e melhorar o desempenho em animais confinados (Benatti et al., 2017; Ceconi et al., 2022), em que os ionóforos são os mais utilizados na nutrição animal. Estudos comprovam a eficácia do ionóforo monensina em melhorar o perfil de fermentação do rúmen, por meio da seleção das bactérias gram-negativas, produtoras de propionato, disponibilizando mais energia para produção animal, com inibição do crescimento das bactérias gram-positivas, que produzem acetato, butirato e lactato (Goodrich et al., 1984; Berchielli et al., 2011; Perna Junior et al., 2020; Rigueiro et al., 2020).

No entanto, a utilização de antibióticos na alimentação animal está limitada em alguns países, sob a hipótese de que estes produtos podem provocar o desenvolvimento de microrganismos resistentes a medicamentos (Benchaar et al., 2006; Torres et al., 2021). Diante da resistência de utilização destes produtos se tem observado aumento nos estudos em busca de alternativas que os substituam na dieta animal, que não deixem resíduos prejudiciais à saúde dos consumidores, mas que ajam de forma semelhantes na modulação da fermentação ruminal (Torres et al., 2021).

Neste contexto, os óleos essenciais surgem como uma opção ao uso dos aditivos ionóforos, pois pesquisas demonstram que estes apresentam mecanismos de ação similares aos dos antibióticos (Busquet et al., 2006; Castilejos et al., 2007; Meyer et al., 2009; Ornaghi et al., 2017; Meschiatti et al., 2019; Souza et al., 2019). Os óleos essenciais são compostos aromáticos voláteis produzidos por plantas, como misturas complexas de metabólitos secundários, responsáveis pelo odor e cor das mesmas (Cobellis et al., 2016; Borges; Amorim, 2020).

Os compostos secundários presentes nos óleos essenciais podem apresentar características antioxidante, antimicrobiana, analgésica, descongestionante, anestésica, fungicida, entre outras (Burt, 2004). Os óleos essenciais agem contra as bactérias gram-positivas favorecendo as bactérias

gram-negativas, tornando-os eficientes na modulação da microbiota ruminal, assim como os ionóforos (Frater, 2014; Fugita et al., 2017; Rivarolli et al., 2017).

O óleo essencial de orégano tem sido extensivamente estudados por apresentar propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes (Kimera et al., 2021), com o carvacrol sendo o principal composto ativo responsável pelo efeito antimicrobiano do óleo essencial de orégano (Silva et al., 2023; Duan et al., 2024). O carvacrol age diretamente na membrana das bactérias, tornando-as permeáveis, especialmente em bactérias gram-positivas, reduzindo a população destas no ambiente ruminal, proporcionando efeito positivo na modulação ruminal (Fujita et al., 2017; Wang et al., 2020; Zhang et al., 2021). Além disso, este parece contribuir na melhora da qualidade da carne por elevar a capacidade antioxidante do músculo (He et al., 2023). Desta forma, o óleo essencial de orégano surge como alternativa promissora para substituir os aditivos comerciais na alimentação animal.

A hipótese deste estudo foi que o óleo essencial de orégano pode substituir a monensina sódica na dieta de bovinos confinados, sem impactos negativos no consumo de alimento, desempenho, na produção e qualidade da carne. Objetivou-se avaliar o efeito do óleo essencial de orégano em substituição a monensina na dieta de bovinos confinados sobre o consumo, digestibilidade, desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça e a qualidade da carne.

REVISÃO DE LITERATURA

Perfil das dietas utilizadas em confinamento

A prática de confinamento, como estratégia alimentar permite controlar alguns fatores que influenciam diretamente na qualidade da carne, como a redução do ciclo produtivo diminuindo a idade de abate do animal, aumentando a produtividade e agregando maior valor no produto final. Adicionalmente, o confinamento proporciona a liberação de pastos na época seca, para categorias com menor exigência nutricional, além de possibilitar venda dos animais aos frigoríficos na entressafra mantendo a produção de carne constante (Gomes et al., 2015).

Os sistemas atuais de terminação de bovinos em confinamento consistem no fornecimento de dietas com maior densidade de energia para garantir elevado desempenho animal e garantir os benefícios descritos acima, o que caracteriza um modelo alimentar com elevada proporção de concentrado. Em levantamento realizado por Silvestre; Millen (2021) sobre o perfil das dietas utilizadas por nutricionistas de bovinos de corte no Brasil, os autores relataram que o milho é o grão mais utilizado nas dietas, e a moagem fina foi o principal método de processamento de grãos adotado, em que 97,2% dos nutricionistas afirmaram que utilizam de 71 a 90% de concentrado na matéria seca das dietas.

A alta inclusão de grãos e seu maior grau de processamento promove melhor disponibilidade e quebra do amido no rúmen, conseqüentemente, aumentando a ingestão de energia, o que contribui para maior fermentação ruminal, proporcionando aumento de produtos finais como proteínas microbianas e ácidos graxos de cadeia curta (Nocek; Tamminga, 1991; Berchielli et al., 2011). Entretanto, concomitantemente ocorre liberação de metano, que representa perda de energia da dieta e ainda está associado a problemas ambientais (Ellis et al., 2008).

Além disso, animais alimentados com dietas com menor inclusão de carboidratos fibrosos e maiores quantidades de carboidratos não fibrosos são mais susceptíveis a distúrbios digestivos e metabólicos, como exemplo a acidose ruminal (Shaver, 2002; Mao et al., 2013; Quevedo et al., 2015; Macedo et al.,

2020; Ramos et al., 2022). Ocorrendo devido a rápida digestão do amido no rúmen, resultando em maior produção de ácidos graxos de cadeia curta, associada à quantidade limitada de fibra que impacta negativamente na produção de saliva que atua com um tamponante ruminal, como consequência, o pH ruminal pode ser reduzido para valores inferiores a 6,0 podendo ocorrer acidose ruminal (Van Soest et al., 1991; Millen et al., 2016).

Os sinais clínicos da acidose ruminal são variáveis, podendo ocorrer diminuição no consumo de matéria seca, desidratação, diarreia, perda de peso e distensão abdominal, além de taquicardia, taquipneia, andar cambaleante, em casos mais severos decúbito e até a morte do animal (Dougherty et al., 1975; Blood et al., 1979; Maruta; Miranda Neto et al., 2005; Krause; Oetzel, 2006; Ortolani et al., 2021). Conforme pesquisa realizada por Silvestre; Millen (2021) a acidose ruminal é a segunda doença que mais acomete bovinos em confinamento (11,4%), atrás apenas de problemas respiratórios (71,4%). Além de afetar negativamente a saúde dos animais, ainda gera prejuízos econômicos.

Para prevenir a acidose ruminal, algumas medidas são adotadas, como aumento gradativo do nível de inclusão de carboidratos não fibrosos e utilização de aditivos nas dietas (Ortolani, 2021).

Uso de ionóforos em dietas de animais em confinamento

A comunidade científica vem direcionando pesquisas com o objetivo de otimizar a eficiência produtiva para atender à crescente demanda por produtos cárneos, tendo em vista que a alimentação corresponde a grande parte dos custos de produção de animais confinados (Silva et al., 2018). Uma das estratégias nutricionais para se obter melhora na eficiência produtiva é a utilização de aditivos. Seguindo as diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), os aditivos são substâncias adicionadas intencionalmente às dietas e que não são normalmente utilizadas como ingredientes, que tenham ou não valor nutritivo, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais. Nos ruminantes, os aditivos materializam uma variedade de vias de ação no ambiente ruminal, podendo manipular a fermentação ruminal (Pimentel et al., 2022).

Esta manipulação na fermentação ruminal visa melhorar os processos desejáveis e reduzir os processos indesejáveis que são prejudiciais para o animal hospedeiro. Entre os processos desejáveis estão a degradação da fibra, a utilização do lactato (minimizando riscos de acidose) e a conversão de compostos nitrogenados não proteicos em proteína microbiana. Enquanto o principal processo que deve ser reduzido é a produção de metano (Nagaraja et al., 1997). É possível encontrar uma vasta variedade de aditivos disponíveis no mercado, sendo mais comuns os antibióticos ionóforos e não ionóforos, óleos essenciais, tamponantes, prebióticos e probióticos (Michalak et al., 2021; Palangji; Lackner, 2022).

Os aditivos ionóforos representam compostos químicos que desempenham o papel de transportadores iônicos, desencadeando modificações no equilíbrio eletroquímico presente nas culturas de microrganismos que habitam o trato digestivo dos animais (Negrao et al., 2015). Desde a década de 1970, tais aditivos têm sido empregados de forma abrangente na alimentação de ruminantes, englobando tanto bovinos confinados quanto aqueles criados em pastagens (Nicodemo, 2001). Atuando de forma seletiva ao deprimir ou inibir o crescimento de microrganismos presentes no rúmen, essa ação se traduz em melhorias substanciais no desempenho animal, especialmente mediante alterações observadas na fermentação ruminal (Oliveira et al., 2005). A modificação do equilíbrio da microbiota ruminal estimula o crescimento de bactérias produtoras de ácido propiônico (Gram-Negativas) em detrimento daquelas que produzem ácido acético e butírico (Gram-positivas). Essa readequação metabólica resulta em intensificação na produção de propionato, que entre seus benefícios desempenha um papel fundamental como precursor gliconeogênico, impactando diretamente no ganho de peso e eficiência alimentar (Thonney et al., 1981; Dinius et al., 1976; Soares et al., 2015).

O mecanismo de ação dos ionóforos envolve a capacidade dessas substâncias de penetrar a membrana celular, promovendo alterações no fluxo de íons no interior da célula resultando na inibição do crescimento da bactéria no rúmen (Russell; Strobel, 1989). Vale ressaltar que esses aditivos apresentam maior especificidade em relação a bactérias Gram-positivas, as quais se mostram mais suscetíveis aos efeitos dos ionóforos em comparação com as

bactérias Gram-negativas, esse efeito é causado em função da membrana celular das bactérias Gram-positivas a qual é composta por uma única membrana celular, diferente das bactérias Gram-negativas, o que favorece a entrada dos ionóforos alterando o fluxo de cátions, conseqüentemente suas concentrações dentro da célula levando à sua disfunção e morte (Russell; Strobel, 1989; Marques; Cooke, 2021). Adicionalmente, os aditivos ionóforos desempenham um papel de destaque na prevenção e controle da coccidiose, uma doença parasitária que afeta os ruminantes, estes compostos são utilizados como coccidiostáticos, estimulando o desenvolvimento e ganho de peso dos animais (Vendramini; Arthington, 2008; Nogueira et al., 2009 Vendramini et al., 2018;).

Dentre os ionóforos aprovados para uso em dietas de ruminantes, destaca-se a monensina sódica (Oliveira et al., 2019), produzida por uma cepa da bactéria *Streptomyces cinnamonensis*. É o aditivo mais estudado e utilizado na alimentação dos ruminantes, sendo aprovada para uso em confinamentos em 1975, apesar de antes já ser utilizada como coccidiostáticos na alimentação de frangos, desde então, a monensina vem sendo utilizada na dieta de bovinos com foco na melhoria da eficiência alimentar (Bergen; Bates, 1984; Goodrich et al., 1984). Bergen; Bates, (1984) descreveram três pontos importantes nos quais a monensina influencia benéficamente o metabolismo animal: 1ª) melhoria da eficiência no metabolismo energético, oriunda do maior aporte de glicose através do aumento da proporção molar de propionato. 2ª) melhoria no metabolismo proteico, devido a redução da proteólise no rúmen. 3ª) menores incidências de desordens metabólicas ruminais, auxiliando no equilíbrio do pH ruminal e redução da proporção de ácido láctico no rúmen, principalmente em dietas de confinamento, com elevada inclusão de concentrado.

Para proporcionar tais benefícios, a monensina atua através da membrana celular realizando a troca de cátions do meio interno (corpo bacteriano) para o meio externo (fluido ruminal) e vice-versa. Em resumo, a monensina inicialmente promove a saída de íons potássio (K^+) e a entrada de íons hidrogênio (H^+) e sódio (Na^+) para o meio interno da célula, diminuindo a concentração de K^+ no pH intracelular, além do aumento de Na^+ . A alta quantidade de H^+ que adentra a célula é outra vez transportado para fora via

transporte ativo envolvendo adenosina trifosfato ou via transporte passivo com a entrada de Na^+ . Afim de restabelecer o equilíbrio do pH celular as bactérias acabam esgotadas energeticamente e desaparecem do meio (Bergen; Bates, 1984; Russell; Strobel, 1989), processo representado na Figura 1. A membrana externa das bactérias gram-negativas passa a servir de barreira para a ação do ionóforos. As gram-positivas, devido possuírem apenas uma membrana celular, são as mais afetadas.

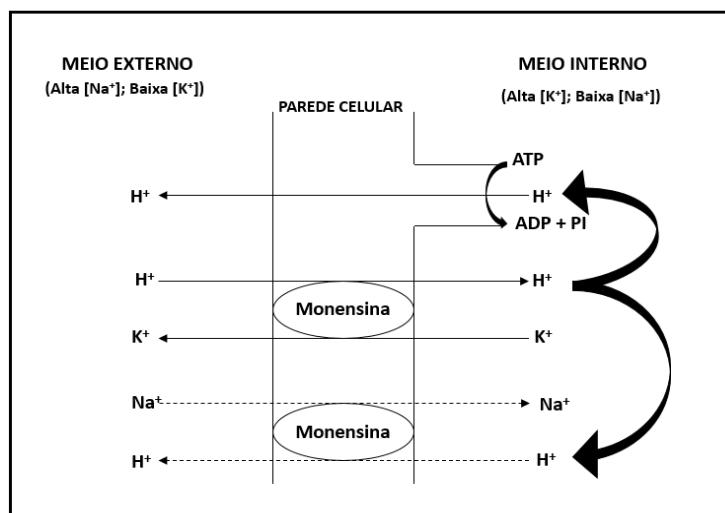


Figura 1- Efeito da monensina sobre o fluxo de íons em bactérias ruminais Gram-Positivas. (Adaptado de Russel, 1987).

Com a menor população das bactérias gram-positivas, as bactérias gram-negativas têm ao seu dispor mais substratos energéticos, resultando em maior formação de ácido propiônico. Além disto, a concentração de hidrogênio no meio reduz, diminuindo as perdas em vias ineficientes, como a produção de metano (Thornton et al., 1981; Mcginn et al., 2004; Ellis et al., 2012; Vyas et al., 2018). De modo geral, a produção de ácido acético libera maiores quantidade de hidrogênio, e as archeas como *Methanobrevibacter*, *Methanobacterium*, *Methanomicrobium*, e *Methanosarcina* utilizam hidrogênio e dióxido de carbono para produzirem metano, todavia, com a utilização de ionóforos na dieta, ocorre o aumento da proporção de ácido propiônico, este ácido captura o hidrogênio do meio, e com a limitação de hidrogênio no rúmen ocorre a redução da produção de metano e as perdas oriundas a este processo (Bertipaglia, 2008). Estas

perdas podem representar de 1,2 a 8,4% da energia bruta dos animais (Jhonson et al., 1995; Palangi et al., 2022).

Muitos trabalhos ao longo dos anos têm demonstrado que a monensina reduz o consumo de matéria seca em dietas com alta inclusão de concentrado, sem afetar negativamente no ganho de peso, refletindo em melhor conversão alimentar (Abe et al., 1994; Teather; Foster, 1998; Green et al., 1999; Restle et al., 2001; Gandra et al., 2008). Lanna, (1998) explica que esta redução no consumo é por meio do mecanismo quimiostático da ingestão, ou seja, com o aumento de energia disponível, um consumo menor de alimento vai suprir a mesma quantidade de energia quando utilizado a monensina na dieta.

Goodrich et al., (1984) com o objetivo de documentar os efeitos da monensina sódica em dietas de bovinos confinados, avaliaram resultados de pesquisas envolvendo aproximadamente 16.000 animais e observaram que a monensina proporcionou aumento de 1,6% no ganho de peso, com redução de 6,4% no consumo de matéria seca melhorando a eficiência alimentar. Zeoula et al. (2008) avaliando os efeitos da inclusão de monensina sódica e de probiótico em dietas com proporção de 50:50 de volumoso:concentrado sobre os coeficientes de digestibilidade total de bovinos e bubalinos, observaram aumento significativo nos coeficientes de digestibilidade total de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido.

Apesar dos benefícios da monensina na alimentação animal, seu uso, assim como de outros aditivos antibióticos estão cada vez mais restrito, baseado na hipótese de surgirem bactérias resistentes aos antibióticos terapêuticos, impactando negativamente na saúde dos consumidores (Russell; Houlihan, 2003). Em virtude disto, países da União Europeia restringiram o uso de ionóforos na alimentação dos animais destinados ao consumo humano, conforme regulamentado pela Diretiva 1831/2003/EC. No entanto, esta proibição não se aplica no Brasil. Contudo se for comprovada esta hipótese, a proibição pode ocorrer em outros países, inclusive no Brasil. Por esse motivo, torna-se cada vez mais necessário, estudos para avaliar novas alternativas que possam substituir os ionóforos nas dietas de ruminantes, apresentando benefícios semelhantes ou até melhores.

Óleos essenciais

Na busca por reduzir a dependência de aditivos antibióticos, estudos com óleos essenciais de diversas plantas, com objetivo de manipular o ambiente ruminal tem demonstrado resultados promissores, devido principalmente as suas propriedades antibacterianas (Carvalho et al., 2020). Os óleos essenciais têm a capacidade de inibir o crescimento de microrganismos indesejados no trato gastrointestinal, sem prejudicar a microbiota benéfica (Calsamiglia et al., 2007). Essa dualidade de ação é crucial para equilibrar as populações microbianas do trato gastro intestinal, melhorando a eficiência produtiva e auxiliando na prevenção de distúrbios digestivos em ruminantes.

Os óleos essenciais são compostos voláteis que podem ser sintetizados por todas as partes das plantas, como flores, folhas, cascas, rizomas e frutos. Tendo sua composição principal de fenilpropanóides, mono e sesquiterpenos, sendo estes metabólitos os principais responsáveis pelas propriedades organolépticas dos óleos essenciais (Dhifi et al., 2016); além de possuírem propriedades antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, anti-inflamatória, aromáticas e conservante (Burt, 2004). O principal método de extração utilizado para produção comercial dos OEs é por meio da destilação a vapor (Burt, 2004).

Os efeitos antimicrobianos dos óleos essenciais relaciona-se com a qualidade e quantidade de seus componentes e princípios ativos (Reyes et al., 2015). Dentre estes, destacam-se timol, eugenol, perilaldeído, carvacrol, ácido cinâmico, e cimaldeído (Burt, 2004). A diversidade de princípios ativos presentes nos óleos essenciais viabiliza uma ampla variedade de modos de ação contra células bacterianas (Burt, 2004).

Semelhante aos ionóforos, a ação antibacteriana dos óleos essenciais demonstra ter eficácia maior em bactérias gram-positivas em relação às gram-negativas (Pombo et al., 2018). Isso se dá em razão da estrutura das bactérias gram-negativas possuírem uma camada adicional chamada de membrana externa que é composta por lipossacarídeos e proteínas. Essa membrana externa possui canais de purina que reduz sua permeabilidade permitindo a entrada de nutrientes e moléculas essenciais, mas apresentam menor

permeabilidade a compostos lipofílicos, como os constituintes dos óleos essenciais (Souto et al., 2011; Yap et al., 2021). Nas bactérias Gram-Positivas os óleos essenciais modificam a estrutura da membrana celular, alterando a permeabilidade e o gradiente de íons celular. Para manter-se em equilíbrio quimiostático as bactérias aumentam o gasto energético, e acabam ficando sem energia para manutenção, conseqüentemente, reduzindo seu desenvolvimento populacional (Dorman; Deans, 2000; Lambert et al., 2001).

As propriedades antimicrobianas, antioxidantes e anti-inflamatórias dos óleos essenciais respaldam sua capacidade de substituição aos antibióticos nas dietas de bovinos de corte (Ferro et al., 2016). Dentre os estudos realizados avaliando a ação dos óleos essenciais na alimentação de ruminantes, resultados semelhantes aos dos ionóforos são encontrados, com os óleos essenciais demonstrando capacidade de modular a fermentação ruminal, reduzir distúrbios metabólicos por meio da redução de bactérias lácticas (Lopez et al., 2017; Torres et al., 2021) e capacidade de alterar a proporção de ácidos graxos de cadeia curta com destaque para redução da relação acetato-propionato (Vakili et al., 2013; Chacon et al., 2022).

Para melhor entendimento do modo de ação dos óleos essenciais, estudos isolados das espécies vegetais devem ser realizados, uma vez que seus compostos ativos e efeitos são diferentes para cada espécie. Um exemplo de óleo essencial que vem despertando interesse em pesquisas, é o óleo essencial de orégano (Patra e Yu, 2012; Rivaroli et al., 2017; Zhou et al., 2019; Benetel, 2022).

O óleo essencial de orégano é um extrato altamente concentrado obtido das folhas e flores da planta *Origanum vulgare*, popularmente conhecida como orégano. Possui propriedades antibacterianas, antioxidantes e anti-inflamatórias bem estabelecidas (Teixeira et al., 2013). O perfil químico desse óleo é notavelmente diversificado sendo composta por uma variedade de substâncias ativas, com destaque para o carvacrol e o timol, considerados os principais compostos bioativos presentes no óleo essencial de orégano (Arcila et al., 2004; Rodriguez et al., 2016).

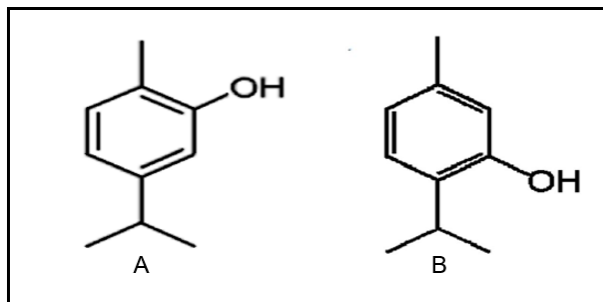


Figura 2 - Estrutura molecular do carvacrol (A) e timol (B).

Estudos têm demonstrado que esse óleo possui uma marcante atividade antimicrobiana, sendo capaz de combater efetivamente ampla gama de patógenos, incluindo bactérias gram-positivas, fungos e protozoários (Abers et al., 2021; Ochoa et al., 2021). Essa notável capacidade de controlar microrganismos é de suma importância na alimentação dos ruminantes, uma vez que contribui na melhoria da eficiência produtiva e manutenção da saúde dos animais.

Quanto ao seu mecanismo de ação, os compostos fenólicos presentes no óleo essencial de orégano, como o carvacrol e o timol, são conhecidos por sua eficácia como agentes antimicrobianos (Maćzka et al., 2023). Esses compostos exercem um efeito bactericida, interagindo com a membrana celular dos microrganismos, esta interação provoca modificações na conformação das estruturas das membranas celulares, resultando em sua permeabilização e expansão, alterando a estabilidade das trocas de íons pela membrana da célula, reduzindo a capacidade de troca iônica na membrana (Griffin et al., 1999).

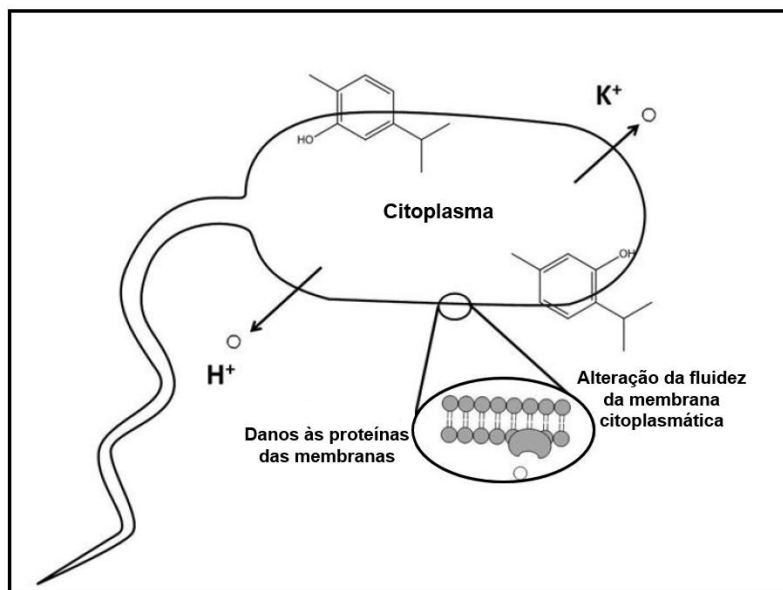


Figura 3 - Efeito antibacteriano de timol e carvacrol desintegrando a membrana externa das bactérias Gram-positivas, liberando constituintes citoplasmáticos. (Adaptado de Rodriguez-Garcia et al., 2016).

Pesquisas têm evidenciado que o óleo essencial de orégano pode exercer impacto positivo na digestibilidade dos alimentos e aumentar a eficiência alimentar dos ruminantes (Zhou et al., 2020; Wang, et al., 2022). Zhou et al. (2020) avaliando a digestibilidade *in vitro* com doses crescente de óleo essencial de orégano (13 mg/L; 52 mg/L; 91 mg/L e 130 mg/L), observaram que todos os tratamentos apresentaram resultados superiores de digestibilidade quando comparados ao tratamento controle. Barreto-Cruz et al. (2023) avaliando doses crescentes (0; 0,5 mL; 0,75 mL e 1 mL) de óleos essenciais de alho e orégano em dieta para ovelhas observaram que os três tratamento com óleos essenciais tiveram efeito linear no aumento da digestibilidade da matéria seca.

De fato, a suplementação com óleo essencial de orégano tem revelado benefícios ainda mais abrangentes, refletindo-se na modulação do desenvolvimento epitelial e da composição da microbiota ruminal em ruminantes, resultando em melhoria geral da capacidade digestiva desses animais (Zhang et al., 2021).

Fugita et al. (2017) observaram incremento em 14,7% no ganho de peso de novilhos consumindo dieta com 4 g.dia⁻¹ de um produto comercial composto por óleos essenciais de orégano, mamona e caju em comparação a dieta

controle. Bai Yunpeng et al. (2020), avaliando a inclusão de 10 g.dia^{-1} e 20 g.dia^{-1} de óleo essencial de orégano na dieta de novilhos observaram que os tratamentos com óleo essencial de orégano apresentaram maior resultados de ganho médio diário em comparação ao grupo controle.

Outro ponto a ser ressaltado é a capacidade do óleo essencial de orégano de reduzir a produção de metano no rúmen, o que contribui para a redução do impacto ambiental (Benetel et al., 2022).

Os estudos do uso de óleo essencial de orégano na alimentação de ruminantes mostram resultados positivos, como apresentado por Liu et al. (2017), que avaliaram dose única de óleo essencial de orégano na dieta de bezerras em comparação a dieta controle, observaram que a inclusão do óleo aumentou a digestibilidade aparente.

Patra e Yu, (2012) avaliando os efeitos de cinco óleos essenciais (orégano, eucalipto, alho, cravo e hortelã-pimenta), observaram menor produção de metano para todos os óleos estudados e menor produção de amônia para os óleos de orégano e cravo. Resultados semelhantes foram encontrados por Zhou et al., (2020) ao avaliarem cinco doses crescente de óleo essencial de orégano, os quais observaram que a produção de metano diminuiu linearmente à medida que ouve aumentou das doses. Dados semelhantes foram descritos por Wang et al. (2009) estudando produto comercial a base de óleo essencial de orégano na dieta de ovelhas, o qual proporcionou diminuição de, aproximadamente, 12% na produção de metano.

Portanto, considerando os benefícios potenciais e as preocupações associadas ao uso de ionóforos na alimentação de ruminantes, os óleos essenciais, como exemplo o óleo essencial de orégano, constituem uma alternativa promissora na busca por uma produção mais eficiente e sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo e declaração ética

O experimento foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), localizada em Araguaína - TO, com as seguintes coordenadas geográficas: 07°11'28" de latitude Sul e 48°12'26" de longitude Oeste, com altitude de 228 metros. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, (1948) é AW – Tropical de verão úmido com estação seca e chuvosa definida, com período de estiagem no inverno, e ao longo do ano apresenta a média de umidade relativa do ar de 76%, precipitação de 1.800 mm e temperatura máxima e mínima de 40 e 18°C, respectivamente.

Todos os procedimentos e protocolos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT), sob o protocolo nº 23101.001.302/02-20.

Manejo dos animais e dietas experimentais

Foram utilizados 40 bovinos Nelore machos não castrados, com idade média de 20 meses e peso corporal inicial de 386 kg \pm 24 kg. Os animais foram individualmente pesados, identificados por brincos auriculares numerados, tratados contra endo e ectoparasitas, com aplicação de abamectina 1% (1ML/50 kg de peso corporal) e vacinados contra clostridioses. Cada animal foi confinado em uma baia individual de 7,69 m², coberta, com piso de concreto, provida de comedouro individual e bebedouro compartilhado entre duas baias.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com dez repetições por tratamento. Os tratamentos consistiram em: 1) Dieta sem inclusão de aditivos (Controle); 2) Uso de monensina sódica como aditivo, 30 mg.kg⁻¹ de matéria seca (Monensina); 3) Uso de óleo essencial de orégano como aditivo, 3 g.animal⁻¹dia⁻¹ (OEO3); e 4) Uso de óleo essencial de orégano como aditivo, 6 g.animal⁻¹dia⁻¹ (OEO6).

A dieta foi composta por concentrado e silagem de capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça (Tabela 1) na proporção de 88:12 da matéria seca e fornecidas uma vez ao dia às 13 horas, com ajuste diário permitindo-se sobras de 5% do fornecido para não haver restrições no consumo. O experimento teve

duração de 120 dias divididos em 10 dias de adaptação às dietas experimentais e ao manejo, e 110 dias para coleta de dados e amostras. A adaptação dos animais às dietas foi realizada com a oferta de concentrado e silagem de capim Mombaça e concentrado na proporção de 50:50 no primeiro dia, seguido de aumentos gradativos da proporção de concentrado oferecido em 55:45 no segundo dia; 60:40 no terceiro e quarto dia; 70:30 no quinto, sexto e sétimo dia; 80:20 no oitavo, nono e décimo dia, de forma que ao final do período de adaptação a relação concentrado:volumoso fosse 88:12 da MS.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes da dieta de bovinos machos confinados com dietas contendo monensina ou óleo essencial de orégano

Composição química (g.kg ⁻¹ de MS)	Ingredientes		
	Silagem capim mombaça	Concentrado com monensina ²	Concentrado sem monensina
Matéria seca ¹ , g.kg ⁻¹ de MN	278,7	873,3	881,8
Proteína bruta	44,7	126,2	128,4
Extrato etéreo	15,6	27,6	26,8
Fibra em detergente neutro	760	138,7	141,4
Fibra em detergente ácido	454,1	59,2	61,4
Carboidratos não fibrosos	105,8	665,7	662,3

¹g.kg⁻¹ de matéria natural; ² 30 mg.kg⁻¹ de MS de monensina da Phibro®.

A dieta ofertada foi formulada para zebuínos machos não castrados com peso corporal médio de 450 kg e ganho médio diário de 1,50 kg (PB) via Programa Br-Corte 4.0[®] (Tabela 2). A monensina utilizada foi a Bovensin[®] da Phibro, incluída no premix e misturada ao concentrado no momento de sua confecção. O óleo essencial de orégano utilizado foi via produto comercial Orego-Stim[®] (Anpario), misturado ao alimento fornecido diretamente no cocho.

Tabela 2 - Composição química das dietas de bovinos machos confinados com dietas contendo monensina ou óleo essencial de orégano

Nutrientes (g kg ⁻¹ de MS)	Dietas			
	Controle	Monensina	OEO3	OEO6
Matéria seca, g kg ⁻¹ de MN	809,5	802,0	809,5	809,5
Proteína bruta	118,3	116,4	118,3	118,3
Extrato etéreo	25,5	26,2	25,5	25,5
Fibra em detergente neutro	215,6	213,3	215,6	215,6
Fibra em detergente ácido	108,5	106,6	108,5	108,5
Carboidratos totais	811,1	811,7	811,1	811,1

OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano.

Consumo, digestibilidade e desempenho

Os alimentos fornecidos e as sobras foram pesados diariamente para quantificação do consumo voluntário. Semanalmente eram coletadas amostras de sobras e dos ingredientes fornecidos, armazenadas em sacos plásticos identificados e congeladas para formação de uma amostra composta de cada animal ao final de cada ciclo (21 dias) para análises laboratoriais.

O ensaio de digestibilidade aparente foi executado do 53° ao 62° dias da fase de avaliação, utilizou-se o indicador externo dióxido de titânio (TiO₂) para estimar a produção fecal. O TiO₂ foi embrulhado em papel pardo, na forma de balas, enrolado com capim verde e fornecido 10 gramas diariamente via oral aos animais, sempre antes do fornecimento da dieta, durante 10 dias consecutivos. A coleta das amostras de aproximadamente 300 gramas de fezes ocorreu nos três últimos dias do ensaio de digestibilidade e aos 60°, 61° e 62° experimentais, sempre a partir das 6 horas da manhã e finalizada após a coleta da amostra do último animal fecal (Ferreira et al., 2009). A coleta das fezes foi realizada imediatamente após a defecação do animal. A produção fecal (PF) foi determinada por meio da equação: $PF (kg. MS^{-1}dia^{-1}) = (\text{consumo do indicador (g)} / \% \text{ indicador nas fezes}) \times 100$.

A composição química e bromatológica dos alimentos, das sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação a 55°C até peso constante, e moída em moinho de facas com peneira de 1 mm para posterior realização das análises. Foram realizadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), lignina, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra

em detergente ácido (FDA) com as devidas correções para os níveis de cinzas e proteínas, de acordo com Detmann et al. (2021).

Os carboidratos não fibrosos foram calculados segundo Weiss et al. (1999): $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDNcp)$. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados conforme a equação somativa: $NDT = PBD + CNFD + FDNpD + (2,25 * EED)$, em que PBD = proteína bruta digestível, CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis, FDNpD = fibra em detergente neutro corrigida para proteína digestível, e EED = extrato etéreo digestível.

Comportamento ingestivo

A avaliação do comportamento ingestivo dos animais foi realizada nos dias 67º; 68º e 69º do período experimental por meio de observações dos animais por 72 horas consecutivas por observadores previamente treinados. Durante o período noturno as instalações foram iluminadas artificialmente. Uma semana antes de iniciar avaliação do comportamento ingestivo, as luzes já estavam sendo ligadas para a adaptação dos animais. Avaliou-se os comportamentos de alimentação, ruminação, ócio e outras atividades a cada 10 minutos (Hancock, 1953; Forbes, 1988). As frequências de ingestão de água (FB), micção (FM) e defecação (FD) foram observadas continuamente e anotadas sempre que ocorriam. Durante o período de observações do comportamento ingestivo, realizou-se a contagem do número de mastigações por bolo ruminal (NMB) e do tempo despendido na mastigação por bolo (TMB), realizada com auxílio de cronômetros. A partir desses dados calculou-se o número de bolos mastigados por dia e o tempo de mastigação total por dia (Bürger et al., 2000).

Avaliação das características da carcaça e qualidade da carne

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial com Serviço de Inspeção Federal - SIF. O abate foi realizado em dois dias, em grupos de 12 animais. O abate escalonado foi realizado em atendimento à demanda do frigorífico. Para as variáveis de carcaça e carne foram utilizados, por tanto, 24 animais.

Após o abate, as carcaças foram lavadas, divididas ao meio, identificadas e pesadas, seguindo para câmara fria com temperatura entre de 2 e 4°C por 24 horas. O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi obtido utilizando-se a equação: $RCQ = (PCQ/PA) \times 100$, em que PCQ - peso de carcaça quente, e PA - peso ao abate. Após o período de refrigeração de 24 horas, na meia carcaça direita foi realizado um corte transversal entre a 10ª e 12ª costela expondo o músculo *Longissimus lumborum* e retirada esta secção. As secções foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e levadas para o Laboratório de Carnes do Centro de Ciências Agrárias da UFNT.

Para determinar a área do *Longissimus lumborum* (ALL) utilizou-se papel vegetal e caneta permanente para tracejar o contorno do músculo, em seguida a área foi escaneada e no software ImageJ® foi expressa em cm². O pH da carne foi analisado com pHmetro modelo Testo 205®. Na mesma região foi avaliada a espessura de gordura subcutânea (EGS) com auxílio de paquímetro, por meio de medida da espessura em três pontos diferentes na secção para obtenção da espessura de gordura subcutânea média (Muller, 1987).

Após 30 minutos de exposição da superfície das amostras do músculo ao ar, foi realizada a mensuração objetiva da cor da carne, obtida em três pontos diferentes. Utilizou-se escala CIELAB com uso do colorímetro portátil Croma Meter CR-410, Kônica Minolta® (L*, a* e b*). Os valores para croma (C*) e ângulo de tonalidade (H*) foram calculados usando as coordenadas a* (teor de vermelho) e b* (teor de amarelo) adquiridas nas mensurações colorimétricas (Macdougall, 1994), com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$$

$$H^* = \arctan (b^*/a^*)$$

Para estimação das percentagens de osso, músculo e gordura na carcaça utilizou-se a metodologia descrita por Hankins; Howe (1946), adaptada por Muller (1973), que consiste na dissecação e separação dos três tecidos na amostra referente a 10ª, 11ª e 12ª costela da meia carcaça direita (secção HH). Posteriormente, os tecidos foram pesados para realização dos cálculos de proporção.

Dois bifés de 2,54 cm do músculo *Longissimus lumborum* foram retirados na qual um dos bifés foi pesado, embalado, identificado e congelado a 20°C para posteriores análises da composição química. O outro bife de cada amostra foi pesado, colocado em bandeja de alumínio e assado em forno elétrico a 280°C até atingir temperatura interna de 40°C, nesse ponto os bifés foram virados e retirados ao atingirem 70°C de temperatura interna, monitorada com auxílio de sondas de perfuração termo resistente acopladas a um termômetro (*Data Logger* - Testo). Após atingirem temperatura ambiente, as amostras foram pesadas novamente e a diferença entre o peso inicial e final de cada bife correspondeu à perda de peso por cocção (PC).

Os bifés assados foram armazenados em sacos plásticos identificados e refrigerados. Após 24 horas em refrigeração foram retiradas cinco subamostras cilíndricas com 1 cm² de área, no sentido da fibra de cada bife e submetidas a análise da força de cisalhamento com uso de lâmina Warner-Bratzler acoplada ao texturômetro TXT Plus®. O texturômetro foi calibrado com velocidade de teste de 200 mm/min; velocidade pós-teste de 2400 mm/min, distância de 20 mm; peso de calibração de 2 kg. A força máxima, para cada cilindro, foi registrada, na curva do programa Exponent Lite 6.1 e as médias dos valores dos cilindros por bife foram usadas para a análise estatística.

Para avaliação da composição química da carne os bifés foram descongelados, moídos em processador, pesados e secos em estufa a 55°C até atingirem peso constante. Após a secagem as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 2 mm, e determinada a composição em umidade, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo, segundo metodologia do INCT- Ciência Animal descrita por Detmann et al. (2021).

Análises estatísticas

O experimento foi analisado por intermédio de ANOVA considerando os efeitos fixos de dietas. Após a ANOVA, os erros foram estimados e checados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias mediante o teste de Levene. A análise de outliers detectou valores discrepantes (menores que três vezes o desvio para as variáveis de peso corporal e consumo de matéria seca) para dois animais da dieta com monensina,

sendo estes removidos do banco de dados. Assim, para os dados de consumo, digestibilidade, desempenho e comportamento ingestivo para o tratamento monensina utilizou-se oito repetições, enquanto, para os demais tratamentos foram dez repetições cada. Devido à problema com a escala do frigorífico onde os animais foram abatidos, os dados para as variáveis de carcaça e carne foram desbalanceados, utilizando-se seis repetições do tratamento controle e óleo de orégano a 3 g animal⁻¹, cinco repetições do tratamento monensina e sete repetições do tratamento óleo de orégano a 6 g animal⁻¹. Algumas variáveis apresentaram heterogeneidade de variâncias entre dietas, nestes casos, os dados foram avaliados pela ANOVA de Welch. Quando pertinente, as médias foram comparadas por meio da diferença mínima significativa de Fisher. As análises foram conduzidas usando-se os procedimentos GLM e UNIVARIANTE do SAS 9.4 adotando-se nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

Foi observada diferença ($P<0,05$) entre dietas para as variáveis consumo de matéria seca, consumo de fibra em detergente neutro, consumo de carboidratos não fibrosos e consumo de nutrientes digestíveis totais. O consumo proteína bruta e o consumo de extrato etéreo apresentaram variância heterogênea e diferiram pela anova de Welch (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo de matéria seca e nutrientes da dieta de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos				SEM ^b	Valor P		
	Controle	Monensina a	OEO3	OEO6		Teste de Levene	ANOVA convencional	ANOVA de Welch
CMS, kg dia ⁻¹	7,92 a	7,13 b	8,07 a	8,47 a	0,295	0,100	0,009	-
CMS, g kg ⁻¹ PC	17,36 a	15,96 b	17,51 a	18,22 a	0,456	0,128	0,004	-
CPB, kg dia ⁻¹	0,63 ± 0,042 b	0,59 ± 0,047 b	0,72 ± 0,042 a	0,74 ± 0,042 a		0,018	-	<0,001
CEE, kg dia ⁻¹	0,14 ± 0,009 b	0,14 ± 0,010 b	0,16 ± 0,009 a	0,16 ± 0,009 a		0,003	-	<0,001
CFDN, kg dia ⁻¹	1,69 ab	1,55 b	1,74 a	1,81 a	0,065	0,147	0,028	-
CFDN, g kg ⁻¹ PC	3,71 ab	3,46 b	3,78 a	3,90 a	0,100	0,156	0,013	-
CCNF, kg dia ⁻¹	4,72 a	4,24 b	4,79 a	5,04 a	0,176	0,083	0,010	-
CNDT, kg dia ⁻¹	6,87ab	5,97b	6,78ab	7,49a	0,38	0,391	0,088	-
CNDT, g kg ⁻¹	15,15a	13,11b	14,77ab	16,23a	0,62	0,348	0,017	-

^b- erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano; CMS - consumo de matéria seca; CPB - consumo de proteína bruta; CEE - consumo de extrato etéreo; CFDN - consumo de fibra em detergente neutro; CCNF - consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT - consumo de nutrientes digestíveis totais; g kg⁻¹ PC - gramas por quilogramas de peso corporal. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ($P<0,05$).

O uso de monensina sódica reduziu o consumo de matéria seca em 12,0% em comparação ao consumo médio obtido com as dietas controle, OEO3 e OEO6. O uso do óleo essencial de orégano permitiu consumo de matéria seca

semelhante ao do controle ($P>0,05$), independentemente da dose utilizada ($P=0,009$).

O consumo proteína bruta e de extrato etéreo foram superiores nas dietas com 3 e 6 g de óleo essencial de orégano em comparação às controle e monensina ($P<0,05$), que não diferiram entre si. Os animais que consumiram monensina apresentaram consumo de fibra em detergente neutro semelhante ao dos animais alimentados com a dieta controle ($P>0,05$), porém, inferior ($P<0,05$) ao dos animais alimentados com 3 e 6 g de óleo essencial de orégano. O consumo de NDT em kg dia^{-1} não diferiu, com valor média de 6,78, ($P=0,088$). No entanto, quando avaliado em relação ao peso corporal, observou-se que os animais que consumiram 6 g de óleo essencial de orégano apresentaram maior consumo de NDT que aqueles que consumiram monensina sódica ($P=0,017$), não diferindo dos outros tratamentos.

O tratamento OEO6 resultou em maior digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro quando comparado ao OEO3 e à monensina ($P<0,05$) sem diferir do controle, que foi semelhante também às dietas com OEO3 e monensina (Tabela 4). Não foi observada diferença entre os aditivos sobre a digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos ($P>0,05$).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e nutrientes das dietas de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos				SEM ^b	Valor P		
	Controle	Monensina	OEO	OEO6		Teste de Levene	ANOVA convencional	ANOVA de Welch
Matéria seca	0,86 ± 0,014 ab	0,83 ± 0,016 b	0,83 ± 0,014 b	0,89 ± 0,014 a		0,011	-	0,002
Proteína bruta	0,85 ± 0,015 ab	0,82 ± 0,017 b	0,83 ± 0,015 b	0,88 ± 0,015 a		0,008	-	<0,0001
Extrato etéreo	0,92 ± 0,010 ab	0,89 ± 0,011 b	0,89 ± 0,010 b	0,92 ± 0,010 a		0,029	-	0,007
Fibra em detergente neutro	0,58 ± 0,044 ab	0,48 ± 0,050 b	0,50 ± 0,044 b	0,67 ± 0,044 a		0,001	-	<0,001
Carboidratos não fibrosos	0,98	0,98	0,97	0,97	0,005	0,120	0,270	-

^b - erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ($P<0,05$).

Na figura 4 são apresentadas as variâncias da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro. Pode-se observar que o OEO6 e a monensina proporcionaram menor variância para estas digestibilidades quando comparadas aos tratamentos OEO3 e controle.

Não houve efeito de dietas ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho, em que o peso final médio foi 525,64 kg e o ganho médio diário foi 1,33 kg. A eficiência alimentar da matéria seca e a eficiência alimentar da proteína bruta também não diferiram entre dietas ($P>0,05$), também não foi observada diferença na eficiência de uso do NDT ($P=0,576$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Desempenho de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos					SEM ^b	Teste de Levene	Valor P	
	Controle	Monensina	OEO3	OEO6				ANOVA convencional	ANOVA de Welch
PI, kg	380,9	385,9	389,0	389,1	8,83	0,675	0,869	-	
PF, kg	520,9	523,37	524,1	534,2	13,50	0,404	0,872	-	
GMD, kg	1,33	1,31	1,28	1,38	0,11	0,439	0,916	-	
EAMS kg kg ⁻¹ de MS	0,17	0,17	0,15	0,16	0,012	0,229	0,522	-	
EAPB, kg kg ⁻¹ de PB	2,17	2,27	1,77	1,91	0,182	0,184	0,141	-	
EANDT, kg kg ⁻¹ de NDT	0,17	0,16	0,15	0,15	0,01	0,092	0,576	-	

^b - erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano; PI - peso inicial; PF - peso final; GPT - ganho de peso total; GMD - ganho médio diário; EAMS - eficiência alimentar matéria seca; EAPB - eficiência alimentar proteína bruta; EANDT - eficiência alimentar nutrientes digestíveis totais. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ($P<0,05$).

O tempo de ruminação foi maior para os tratamentos controle e OEO6 ($P<0,05$, Tabela 6). Embora os tratamentos tenham afetado o consumo de matéria seca, não houve efeito destes sobre o tempo de alimentação com média de 2,64 h dia⁻¹ ($P>0,05$). O uso de aditivos também não influenciou o tempo em ócio e outras atividades ($P>0,05$). As frequências de micção, defecação e ingestão de água não foram afetados pela dieta, assim, como não houve diferença para as variáveis relacionadas à dinâmica de ruminação ($P>0,05$). Os

valores médios de mastigações por bolo foi de 56,45 e o tempo de ruminação por bolo foi de 64,18 segundos.

As dietas não alteraram ($P>0,05$) o peso de abate, o peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça quente com valores médios de 523 kg, 289 kg, e 55%, respectivamente. Foi observado que a variância diferiu entre as dietas para o peso da carcaça quente, que significa que os pesos apresentaram maior dispersão em relação à média para alguns tratamentos.

Não foi observado efeito de dietas ($P>0,05$) para espessura de gordura subcutânea e área de *Longissimus*. Assim como não houve influência dos tratamentos ($P>0,05$) na composição física da carcaça, com médias de 22,3% de osso, 62% de músculo e 15,8% de gordura (Tabela 7).

O pH médio da carne foi de 5,22 não diferindo entre as dietas ($P>0,05$), Tabela 8. A perda por cocção e a força de cisalhamento da carne também não foram influenciadas ($P>0,05$).

Tabela 6 - Tempos e frequências despendidos nas atividades comportamentais de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos				SEM ^b	Valor P		
	Controle	Monensina	OEO3	OEO6		Teste de Levene	ANOVA convencional	ANOVA de Welch
TA, h dia ⁻¹	2,76	2,62	2,5	2,69	0,214	0,381	0,838	-
TR, h dia ⁻¹	4,59 a	3,61 b	3,51 b	4,56 a	0,324	0,864	0,031	-
TO, h dia ⁻¹	14,27	14,84	15,64	14,86	0,499	0,910	0,300	-
OA, h dia ⁻¹	2,36	2,91	2,34	1,87	0,307	0,612	0,141	-
FB	4,10	4,43	4,03	3,96	0,433	0,227	0,876	-
FM	7,10	6,63	7,03	5,1	0,733	0,184	0,201	-
FD	3,73	3,03	4,00	3,03	0,482	0,826	0,384	-
NMB, n bolo ⁻¹	59,96	55,8	54,47	55,58	2,750	0,455	0,520	-
TMB, seg bolo ⁻¹	67,41	63,9	62,16	63,23	2,696	0,373	0,551	-

^b erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano; TA - Tempos de alimentação; TR - tempo de ruminação; TO - tempo em ócio; AO - outras atividades; FB - frequência no bebedouro; FM - frequência de micção; FD - frequência de defecação; NMB - número de mastigações meréricas por bolo ruminal; TMB - tempo de mastigação merérica por bolo ruminal, em segundos; Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ($P<0,05$).

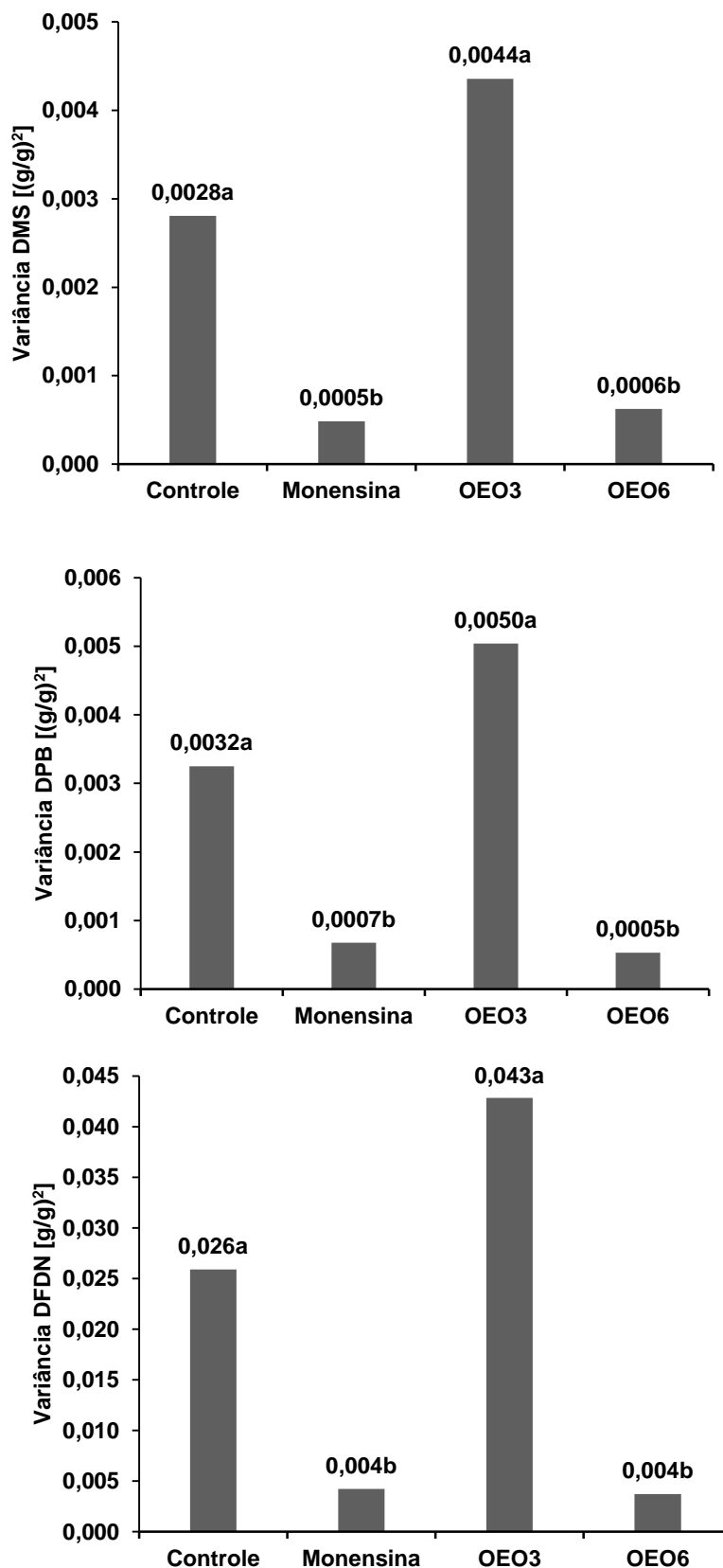


Figura 4 - Variâncias da digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB) e fibra em detergente neutro (DFDN) de dietas de confinamento de bovinos machos Nelore contendo óleo essencial de orégano ou monensina sódica. OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P < 0,05$).

As variáveis relacionadas à cor da carne (luminosidade, índice de vermelho, índice de amarelo, croma e o ângulo de tonalidade) não diferiram ($P>0,05$). A composição química da carne apresentou valores médios de 72,5% de umidade, 23,6% de proteína bruta, 2,73% de extrato etéreo e 1,14% de matéria mineral ($p>0,05$).

Tabela 7 – Características quantitativas e composição tecidual da carcaça de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos				SEM ^b	Valor P		
	Controle	Monensina	OEO3	OEO6		Teste de Levene	ANOVA convencional	ANOVA de Welch
PA, kg	523,5	521,4	534,1	521,5	12,254	0,145	0,828	-
PCQ, kg	285,2 ± 6,59	286,2 ± 7,22	294,2 ± 6,59	290 ± 6,10		0,031	-	0,836
RCQ, %	54,5 ± 0,48	54,86 ± 0,53	55,08 ± 0,48	55,62 ± 0,44		0,046	-	0,541
EGS, mm	6,89	4,33	7,06	5,05	12,420	0,315	0,248	-
ALL, cm ²	71,63	69,407	67,97	70,45	3,194	0,128	0,835	-
Osso, %	23,48	19,61	23,34	22,56	1,512	0,417	0,246	-
Músculo, %	60,81	64,37	61,67	60,96	1,645	0,656	0,378	-
Gordura, %	15,7	16,01	14,98	16,47	0,596	0,314	0,269	-

^b - erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de OEO ; PA - peso de abate; PCQ - peso de carcaça quente; RCQ - rendimento de carcaça quente; PCF - peso de carcaça fria; EGS - espessura de gordura subcutânea; ALL - área de *Longissimus lumborum*.

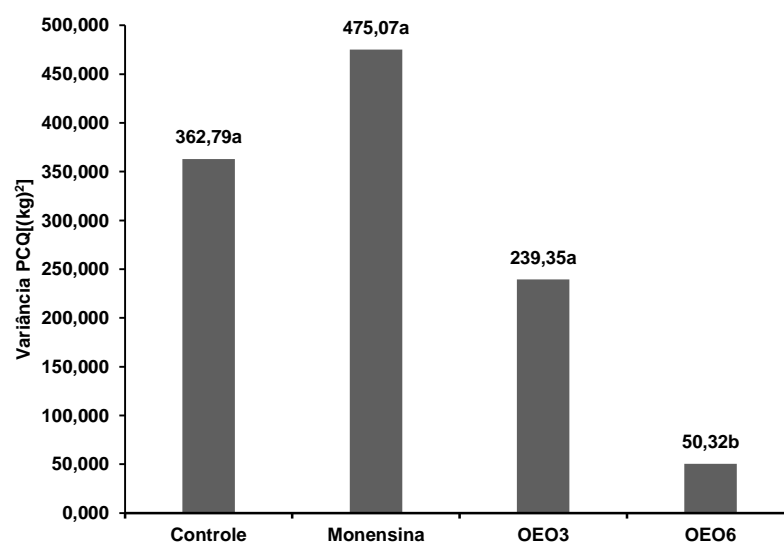


Figura 5 - Variâncias do peso da carcaça quente de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com dieta contendo óleo essencial de orégano (OEO) ou monensina. OEO3 - 3 gramas de OEO; OEO6 - 6 gramas de OEO. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste F ($P<0,05$).

Tabela 8 – Características qualitativas e composição química da carne de bovinos machos Nelore terminados em confinamento com monensina ou óleo essencial de orégano

Item	Tratamentos				SEM ^b	Valor P		
	Controle	Monensina	OEO3	OEO6		Teste de Levene	ANOVA convencional	ANOVA de Welch
pH	5,15	5,18	5,14	5,4	0,105	0,561	0,234	-
PC, %	24,66	26,49	23,73	22,04	2,343	0,131	0,540	-
FC, kgf	6,6	6,58	6,71	7,83	0,915	0,192	0,642	-
L*	39,54	40,66	40,26	38,43	1,006	0,523	0,344	-
a*	19,89	20,01	20,72	19,67	0,587	0,369	0,529	-
b*	8,01	7,99	8,33	7,47	0,510	0,239	0,596	-
C*	21,45	21,54	22,34	21,06	0,719	0,344	0,559	-
H*	21,9	21,76	21,87	20,54	0,842	0,180	0,504	-
Umidade, %	72,35	72,62	72,72	72,29	0,759	0,391	0,963	-
Proteína Bruta, %	23,54	23,68	23,17	23,79	0,400	0,15	0,643	-
Extrato Etéreo, %	2,8	2,51	2,94	2,66	0,425	0,297	0,888	-
Matéria Mineral, %	1,15	1,15	1,1	1,17	0,030	0,099	0,253	-

^b - erro padrão da média; OEO3 - 3 gramas de óleo essencial de orégano; OEO6 - 6 gramas de óleo essencial de orégano; pH - potencial hidrogeniônico; PC- perda por cocção; FC- força de cisalhamento; L*- luminosidade; a*- teor de vermelho; b*- teor de amarelo; C*- croma; H*- ângulo de tonalidade.

DISCUSSÃO

A redução do consumo de matéria seca com o uso da monensina é relatado e confirmado em diversos trabalhos (Raun, 1976; Page, 2003; Santos, 2016; Melo et al., 2020; Horst et al., 2024). Alguns autores sugerem que esta redução ocorre pela teoria da saciedade, com o aporte energético alto oriundo das dietas com elevada proporção de concentrados, atendendo às necessidades do animal (Forbes, 1993; Gonzalez, et al., 2012; Oliveira et al., 2017). Allen (2014) descreve o propionato como um combustível hipofágico que possui capacidade de estimular a oxidação hepática. Ou seja, é possível que a monensina tenha elevado a produção de propionato, que é oxidado no fígado, aumentando a saciedade e levando à redução do consumo de matéria seca.

Meschiatti et al. (2019) avaliaram bovinos de corte confinados consumindo dieta na proporção de volumoso:concentrado de 8,5:91,5 da matéria seca, divididos em quatro tratamentos, sendo eles: monensina sódica (26 mg/kg de MS) blend de óleos essenciais (90 mg/kg MS); blend de óleos essenciais + monensina (90 e 26 mg/kg MS, respectivamente); blend de óleos essenciais + α -amilase exógena (90 e 560 mg/kg MS, respectivamente). Os autores observaram que os animais que consumiram dietas com óleo essenciais tiveram maior consumo de matéria seca (9,24 vs. 8,65 kg dia⁻¹), comparado aos animais que consumiram monensina, sugerindo que a monensina eleva a produção de propionato, reduzindo a ingestão de alimento.

O menor consumo de matéria seca na dieta com monensina levou ao menor consumo de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos nesta dieta. Já o menor consumo de proteína bruta e extrato etéreo observados para a dieta controle, em comparação às com óleo essencial de orégano, pode ser um indicativo de seleção pelos animais, em que estes podem ter buscado consumir maior quantidade de volumoso em detrimento ao concentrado.

A dose aplicada de óleo essencial de orégano não interferiu nos consumos. Huang et al. (2024) também não observaram efeito da inclusão de 20 g.dia⁻¹ de óleo essencial de orégano sobre o consumo de matéria seca de touros

holandeses castrados, o que também foi um resultado descrito por Benchaar et al. (2006), Meyer et al. (2009) e Patra et al. (2013).

O maior consumo de NDT em g.kg^{-1} PC observado para a dieta com OEO6 em comparação à dieta com monensina reflete o maior consumo e digestibilidade da matéria seca obtidos com a OEO6. Demonstrando o maior potencial desta dieta em proporcionar maior consumo de energia. O nutriente digestível total é uma medida que representa a somatória de todos os componentes digestíveis contidos na matéria seca dos alimentos (Morais et al., 2013). Embora tenha havido maiores consumo de NDT, isso não se refletiu em maior eficiência do seu uso, uma vez que o maior consumo de energia não elevou o ganho de peso dos animais.

Ao se utilizar a equação do BR-CORTE, descrita por Valadares Filho (2023) para predição do consumo de matéria seca dos animais, utilizou-se o ganho médio diário (1,3 kg) e peso médio dos animais (456,0 kg) observados neste trabalho, obtendo-se a predição de consumo de $9,39 \text{ kg}^{-1}$. O consumo de matéria seca médio obtido neste estudo foi de $7,90 \text{ kg}^{-1}$, 15,87% abaixo do predito por meio da equação para o ganho de peso médio obtido neste trabalho.

Os resultados descritos na literatura sobre o efeito dos óleos essenciais sobre a digestibilidade dos componentes da dieta são diversos. Alguns autores descreveram que os óleos essenciais não têm efeitos na degradação das fibras, mas podem diminuir a degradação de substratos facilmente degradáveis, tais como proteínas e amido, devido à inibição do óleo essencial em bactérias amilolíticas e proteolíticas (Wallace et al., 2002; Hart et al., 2008), o contrário é descrito por outros autores que observaram efeitos positivos na digestibilidade (Benchaar et al., 2006; Yang et al., 2007; Silva et al., 2017; Zhou et al., 2020), enquanto outros não encontram efeito dos óleos essenciais na digestibilidade ruminal (Meyer et al., 2009; Sallam et al., 2009).

Neste estudo, a maior dose de óleo essencial de orégano (6 g.dia^{-1}) melhorou a digestibilidade de todos os componentes, exceto carboidratos não fibrosos, em que o OEO6 mostrou resultados superiores na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo quando comparado ao OEO3. O tratamento monensina apresentou os menores valores para a digestibilidade,

exceto para os carboidratos não fibrosos. Porém, é importante ressaltar que, o uso da monensina e do óleo essencial de orégano na dose de 6 g.dia⁻¹ reduziu a variação da digestibilidade daquele do tratamento. Desta forma, pressupõe-se que na ausência de aditivos, como no tratamento controle, ou a menor dose do óleo essencial de orégano, como 3 g.dia⁻¹, pode haver menor eficiência no controle do ambiente ruminal elevando a variação individual de parâmetros ruminais, como foi observado para a digestibilidade.

Silva et al. (2017) utilizando uma dieta na proporção volumoso:concentrado de 50:50 com administração oral de 6 ml de óleos essenciais de orégano, alho, coentro e vagem de algaroba, comparando cada óleo essencial com dieta controle em ovinos, observaram aumento de 4,4% na digestibilidade da proteína bruta quando utilizaram óleo essencial de orégano comparado à dieta controle. Contudo, para digestibilidade da matéria seca, carboidratos não fibrosos e fibra em detergente neutro não houve efeito entre o óleo essencial de orégano contra a dieta controle. Os autores justificam o aumento da digestibilidade da proteína bruta em virtude da elevada concentração de bactérias gram-negativas, pois estas bactérias têm uma taxa de multiplicação maior em comparação as bactérias gram-positivas, resultando no aumento da síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente, seu fluxo para o intestino delgado. Neste estudo, a inclusão de óleo essencial de orégano não apresentou efeito em relação a dieta controle na digestibilidade da proteína bruta, no entanto, a inclusão de OEO6 aumentou a digestibilidade da proteína bruta em 6,8% em relação ao tratamento monensina.

Como pode ser verificado, o uso de aditivos não promoveu incrementos ao ganho de peso dos animais. Tal fato se deu pela capacidade que os animais submetidos à dieta controle apresentaram na manutenção do consumo de matéria seca, mesmo em uma dieta com elevada participação de concentrado. Embora os animais consumindo monensina tenham reduzido o consumo de matéria seca e nutrientes digestíveis totais (tendência), não houve efeito negativo sobre desempenho. Os dados obtidos neste estudo, condizem com os descritos na literatura em que a monensina reduz o consumo de matéria seca sem afetar o desempenho dos animais (Ladeira et al., 2014; Mello et al., 2020),

tendo como principal vantagem a melhoria na eficiência de conversão de alimento em ganho de peso, embora não tenha sido observada neste estudo.

Seria esperado encontrar ganhos em peso superiores para os tratamentos utilizando aditivos, devido aos efeitos benéficos dos aditivos na microbiota ruminal, influenciando no desempenho dos animais, conforme apresentado por Bai Ynpeng et al. (2020) que utilizaram 10 e 20 g dia⁻¹. É possível que a dose de óleo essencial de orégano fornecida aos animais não tenha sido suficiente para se obter os benefícios em termos de ganho de peso, sendo interessante o estudo de doses superiores.

Apesar do tratamento o uso de aditivo ter proporcionado desempenho semelhante ao obtido nos tratamentos com aditivos (monensina, OEO3 e OEO6), deve ser levada em consideração que nas condições experimentais os animais foram alojados em baias individuais e, por isso o comportamento de consumo voluntário é expresso sem competição, o que em confinamentos comerciais, em manejos não ajustados pode não ser atendido elevando o risco de ocorrer impactos negativos no desempenho dos animais (González et al., 2008). Em confinamentos comerciais com dietas ricas em concentrados grandes flutuações no consumo de matéria seca tornam os animais mais susceptíveis a desenvolverem distúrbios metabólicos, como exemplo à acidose ruminal, com efeito direto no desempenho (González et al., 2012; Millen et al., 2016).

O menor consumo de matéria seca do tratamento monensina pode ter causado menor tempo de ruminação, já que a redução do consumo de matéria seca também significa menor consumo de volumoso. Welch e Hooper (1988) relataram que o tempo de ruminação é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de fibra em detergente neutro. No presente estudo o menor consumo de fibra em detergente neutro foi observado para a dieta com monensina, mas não foi observado com OEO3. Desta forma, não ficou claro qual fator pode ter afetado o tempo de ruminação para o tratamento OEO3. No entanto, os tratamentos monensina e OEO3 apresentaram menor digestibilidade, que pode estar relacionada pelo menor tempo de ruminação. A ruminação promove quebra nas barreiras estruturais dos alimentos, e permite que as bactérias tenham acesso ao substrato, influenciando no aumentando da digestibilidade dos componentes da dieta (Beauchemin et al., 1994; Buxton; Redfearn, 1997).

O peso final dos animais e o peso de carcaça semelhantes refletem desempenho igual observado entre as dietas. Da mesma forma, não foi verificada diferença para o rendimento de carcaça, com valor médio de 55,02%, valor considerado bom para machos inteiros em confinamento. Dietas ricas em alimentos concentrados reduzem o enchimento do trato gastrointestinal, proporcionando maior deposição de tecidos na carcaça (Ladeira et al., 2014).

Goodrich et al. (1984) e Duffield et al. (2012) mostraram em suas revisões que a utilização de monensina na dieta não altera as características da carcaça de animais, corroborando com os dados obtidos no presente estudo e com outros autores que também não encontraram diferenças para variáveis da carcaça quando utilizada monensina e extratos vegetais de plantas (Chaves et al., 2008; Meyer et al., 2009; Melo et al., 2016).

Com relação ao peso de carcaça quente dos animais é importante ressaltar que, embora as médias comparadas entre os tratamentos tenham sido semelhantes, a variação no peso obtida na dieta OEO6 foi menor em comparação às dietas controle, monensina e OEO3. Tal resultado indica que a dieta com OEO6 permitiu obter carcaças com pesos mais homogêneos, o que pode refletir diretamente em ganhos financeiros, uma vez que o produtor recebe o pagamento por carcaça e não pela média do lote. Dietas que gerem heterogeneidade de pesos podem favorecer a obtenção de carcaças com pesos inferiores ao preconizado pela indústria, levando a penalização com desconto no seu pagamento. Carcaças mais homogêneas permitem a obtenção de corte padronizados e favorecem o processo de comercialização pela indústria. Além disso, a falta de padronização dos lotes leva à necessidade de venda escalonada dos animais mantidos em um mesmo curral de confinamento. Essa prática é altamente indesejável pois altera o manejo no confinamento, como a logística de distribuição de alimentos.

Os resultados encontrados neste estudo para as variáveis de carne estão de acordo com outros estudos descritos na literatura, no qual a utilização de monensina e óleos essenciais não influenciam na composição e qualidade da carne (Rivaroli et al., 2016; Fugita et al., 2017; Rivaroli et al., 2020). Variáveis importantes como pH, EGS, participação de músculo na carcaça, cor e maciez, são importantes por influenciarem o tempo de prateleira da carne (pH), a valorização na venda (pH, EGS e proporção de músculo) e a aceitação pelo

consumidor (cor e maciez), de forma que dietas que prejudiquem estas características podem não ser vantajosas do ponto de vista do produtor, indústria e consumidor.

CONCLUSÃO

O óleo essencial de orégano pode substituir a monensina em dietas de bovinos confinados, uma vez que não altera as variáveis de desempenho e carcaça e mantém a qualidade da carne. Adicionalmente, o uso de dieta de confinamento com o óleo essencial na dose de $6 \text{ g.animal}^{-1}\text{dia}^{-1}$ permiti maior homogeneidade no peso das carcaças.

REFERÊNCIAS

- ABE, N et al. Effects of sodium monensin on reproductive performance of dairy cattle. II. Effects on metabolites in plasma, resumption of ovarian cyclicity and oestrus in lactating cows. **Australian veterinary journal** v. 71, n. 9, p. 277-82, 1994.
- ABERS, Mareshah et al. Antimicrobial activity of the volatile substances from essential oils. **BMC complementary medicine and therapies**, v. 21, n. 1, p. 1-14, 2021.
- ABIEC. Beef Report 2023: Capítulo 02. São Paulo: ABIEC, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-02/>. Acesso em: 02 jul. 2023.
- ALLEN, M. S. Drives and limits to feed intake in ruminants. **Animal Production Science**, v.54, p.1513-1524, 2014.
- ANKOM. **Operator's manual – ANKOMXT10 extraction system**. Macedon. 2009.
- ARCILA-LOZANO, Cynthia Cristina et al. Oregano: properties, composition and biological activity. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 54, n. 1, p. 100-111, 2004.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTES. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC, 1990. 1117p.
- BAI Yunpeng, et al. Effects of Oregano Essential Oil on Growth Performance, Slaughter Performance and Meat Quality of *Pingliang* Red Cattle. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, v. 32, n. 12, p. 5778-5787, 2020.
- BARRETO-CRUZ, O. T. et al. Assessing the In Vitro and In Vivo Effect of Supplementation with a Garlic (*Allium sativum*) and Oregano (*Origanum vulgare*) Essential Oil Mixture on Digestibility in West African Sheep. **Veterinary sciences**, v.10, n.12 p. 695-697, 2023.
- BEAUCHEMIN, K.A. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, n.2, p.236-246, 1994.

BENATTI, J.M.B. et al. Effect of increasing monensin sodium levels in diets with virginiamycin on the finishing of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.11, p.1709-1714, 2017.

BENCHAAR, C. et al. Effects of monensin and increasing dose levels of mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. **Journal of Dairy Science**, Ottawa, v. 86, n. 1, p. 91-96, 2006.

BENCHAAR, C. et al. 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, n. 11, p. 4352-4364, 2006.

BENETEL, Gabriela et al. Essential oils as in vitro ruminal fermentation manipulators to mitigate methane emission by beef cattle grazing tropical grasses. **Molecules**, v. 27, n. 7, p. 2227, 2022.

BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de Ruminantes**, 2.ed. Jaboticabal: 2011, p. 616.

BERGEN, W. G., BATES, D. B. Ionophores: Their Effects on Production Efficiency and Mode of Action. **Journal of Animal Science**, v.58, p.1465-1483, 1984.

BERTIPAGLIA, L. M. A. Suplementação protéica associada a monensina sódica e *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de novilhas mantidas em pastagens de capim-marandu. 2008. 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

BLOOD, D.C.; HENDERSON, J.A.; RADOSTITS, O.M. **Doenças do trato alimentar**. In: Clínica Veterinária. 5ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, p.95-149, 1979.

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabolitos Secundários De Plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 54-55, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aditivos. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos->

agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/aditivos. Acesso em: 28 jun. 2023.

BR-CORTE. Valadares Filho, S. C. et al. **Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle – BR-CORTE**, 3 ed. – Viçosa: UFV, DZO. p.30, 2016.

BR-CORTE. Valadares Filho, S. C. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**, 4. ed. - Visconde de Rio Branco, MG: Suprema, p. 431-480, 2023.

BURT, Sara. 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. Plant Extracts In Vitro Rumen Microbial Fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 89, n. 2, p. 761-771. 2006.

BUXTON, D.R.; REDFEARN, D.D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal of Nutrition**, v.127, n.5, p.814-818, 1997.

CALSAMIGLIA, S. et al. The use of essential oils in ruminants as modifiers of rumen microbial fermentation. **structure**, v. 100, n. 5, 2007.

CARVALHO, Erick et al. ÓLEOS FUNCIONAIS COMO ADITIVOS NA DIETA DE BOVINOS DE CORTE. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 20, n. 43, p. 129-144, 2023.

CARVALHO V. M. et al. Effect of extracts from baccharis, tamarind, cashew nut shell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. **Livestock Science**, v.244, 2020.

CASTILLEJOS, L. et al. Effects of dose and adaptation time of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 132, p. 186-201, 2007.

CECONI, I. et al. Combined use of monensin and virginiamycin to improve rumen and liver health and performance of feedlot-finished steers. **Translational Animal Science**, volume 6, edição 4, 2022.

CHAVES, A.V. et al. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science** v. 117, p. 215-224, 2008.

COBELLIS, Gabriella et al. Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. **Science of the Total Environment**, v. 545, p. 556-568, 2016.

DETMANN, E. et al. **Métodos Para Análises de Alimentos**. 2^a Ed. Suprema, Visconde do Rio Branco, Brasil, 2021.

DHIFI, Wissal et al. Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: A critical review. **Medicines**, v. 3, n. 4, p. 25, 2016.

DINIUS, D. A. Et al. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 229-234, 1976.

DORMAN, H.J.D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal of Applied Microbiology**, v.88, n.2, p.308–316, 2000.

DOUGHERTY, R. W.; RILEY, J. L.; COOK, H. M. Changes in motility and pH in the digestive tract of experimentally overfed sheep. **American Journal of Veterinary Research**, v. 36, n. 6, p. 827-829, 1975.

DUAN, Wen-Yan et al. Antifungal effects of carvacrol, the main volatile compound in *Origanum vulgare* L. essential oil, against *Aspergillus flavus* in postharvest wheat. **International journal of food microbiology**, vol. 410, 2024.

DUFFIELD, T. F. et al. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 90, n. 12, p. 4583-4592, 2012.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; KEBREAB, E. Aspects of rumen microbiology central to mechanistic modeling of methane production in cattle. **Journal of Agricultural Science**, v. 4, n. 2008, p. 213-233, 2008.

ELLIS, J. L. et al. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 8, p. 2717-2726, 2012.

FERREIRA, M. A. et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009.

FERRO, Mariane Moreno; DE MOURA, Daiane Caroline; GERON, Luiz Juliano Valerio. Óleos essenciais em dietas para bovinos. **Revista de Ciências Agro-Ambientais** (e-ISSN 1677-6062), v. 14, n. 2, 2016.

FORBES, T.D.A. Researching the plant-animal interface: the investigation of ingestive behavior in grazing animals. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2369-2379, 1988.

FORBES JM. VOLUNTARY FEED INTAKE. IN: FORBES JM, FRANCE J. (Eds.) Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. **Cambridge: University Press**, p.479-494, 1993.

FRATER, P. Feed additives in ruminant nutrition: can feed additives reduce methane and improve performance in ruminants? **Agriculture and Horticulture Development Board**; p.1-39, 2014.

FUGITA, C. A. et al. Effect of the inclusion of natural additives on animal performance and meat quality of crossbred bulls (Angus vs. Nellore) finished in feedlot. **Animal Production Science**, v. 58(11), p. 2076–2083, 2017.

GANDRA, J. R. et al. Utilização de diferentes níveis de monensina sódica na rações de vacas em lactação: Consumo, produção e composição do leite. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Universidade Federal de Lavras. UFLA, 2008.

GODIM, F. Bioquímica muscular, maciez da carne e melhoramento das raças zebuínas. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 22, n. 4, p. 95-108, 2013.

GOODRICH, R. D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of animal science**, v. 58, n. 6, p. 1484-1498, 1984.

GONZÁLEZ, L.A. et al. Performance, behavior, and welfare of Friesian heifers housed in pens with two, four and eight individuals per concentrate feeding place. **Journal Animal Science**, v.86, p.1446-1458, 2008.

GONZÁLEZ, L.A. et al. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and Technology**, v.172, p. 66-79, 2012.

GREEN, B. L. et al. The impact of a monensin controlled-release capsule on subclinical ketosis in the transition dairy cow. **Journal of Dairy Science**. V.82.p.333-342, 1999.

GRIFFIN, S. G. et al. The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. **Flavour and Fragrance Journal**, v.14, p. 322-332, 1999.

HANCOCK, J. Grazing behaviour of cattle. **Animal Breeding Abstract**, Farnham Royal, v.21, n.1, p.1-13, 1953.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts Washington: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin USDA, 926).

HART, K. J., et al. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. **Animal feed science and technology**. v.147,1-3, p. 8-35, 2008.

HAQUE, Md Najmul. Dietary manipulation: a sustainable way to mitigate methane emissions from ruminants. **Journal of animal science and technology**, v. 60, n. 1, p. 1-10, 2018.

HE PENGJIA. et al. Dietary oregano essential oil supplementation alters meat quality, oxidative stability, and fatty acid profiles of beef cattle. **Meat Science**, v. 105, 109317, 2023.

HORST, E. A. et al. Effect of monensin on milk production efficiency and milk composition in lactating dairy cows fed modern diets. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 3, p. 1441-1449, 2024.

HUANG, Y. et al. Oregano Essential Oil Improves the Performance of Castrated Holstein Bulls by Affecting Rumen Functions. **KeAi Animal Nutrition**, 2024. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=4690872>.

JOHNSON, Kristen A.; JOHNSON, Donald E. Methane emissions from cattle. **Journal of animal science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.

KIM, Y.H.B.; et al. Understanding postmortem biochemical processes and post-harvest aging factors to develop novel smart-aging strategies. **Meat Science**, v.144, p.74-90, 2018.

KRAUSE, K.M., and OETZEL, G.R. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.215-236, 2006.

LADEIRA, M.M. et al. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 9 p. 728-736, 2014.

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

LANNA, D. P. D. Exigências nutricionais do gado de corte – O Sistema NRC. In: SIMPOSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.138-167, 1998.

LI, Bo et al. Antibacterial characteristics of oregano essential oil and its mechanisms against Escherichia coli O157: H7. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 16, n. 4, p. 2989-2998, 2022.

LIU, T. et al. Impact of essential oils on the growth performance of newborn Holstein calves. **Journal Animal Science**, v. 95, n. 4, p. 371-372, 2017.

MACEDO, Gustavo Gomes; DA COSTA KAMURA, Beatriz; DE OLIVEIRA FERREIRA, Lucas Vinícius. Aspectos gerais da acidose ruminal subaguda. **Ciência Animal**, v. 30, n. 3, p. 85-96, 2020.

MACZKA, Wanda et al. Carvacrol - A Natural Phenolic Compound with Antimicrobial Properties. **Antibiotics**, v. 12, n. 5, p. 824, 2023.

MAO, S. Y. et al. (2013). Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. **Anaerobe**, v. 24, p. 12-19, 2013.

MARQUES, Rodrigo da Silva; COOKE, Reinaldo Fernandes. Effects of ionophores on ruminal function of beef cattle. **Animals**, v. 11, n. 10, p. 2871, 2021.

MARUTA, C. A.; ORTOLANI, E. L. Susceptibilidade de bovinos das raças jersey e gir à acidose láctica ruminal: I – Variáveis ruminais e fecais. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 55-59, 2002.

MCGINN, S. M. et al. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of animal science**, v. 82, n. 11, p. 3346-3356, 2004.

MELO, A. C. B. et al. Impacts of adding functional oils or sodium monensin in high-concentrate diets on performance, feeding behaviour and rumen morphometrics of finishing Nelore cattle. **The Journal of Agricultural Science**, v.158, n.1–2, p.136-142, 2020.

MESCHIATTI, M. A. P. et al. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 97(1), p. 456-471, 2019.

MEYER, N. F. et al. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 87, n.7, p. 2346-5234, 2009.

MICHALAK, Marta et al. Selected alternative feed additives used to manipulate the rumen microbiome. **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1542, 2021.

MILLEN, D. D. et al. Rumenology, **Springer**, p. 127-156, 2016.

MIRANDA NETO, E. G.; AFONSO, J. A. B.; MENDONÇA, C. L.; ALMEIDA, M. Z. P. R. B. Estudo clínico e características do suco ruminal de caprinos com

acidose láctica induzida experimentalmente. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 2, p. 73-78, 2005.

MORAIS, M. G et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes em bovinos submetidos a diferentes níveis de uréia. **Arco. zootec.**, Córdoba, v. 62, p. 239-246, jun. 2013.

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v.112, p.279-289, 2009.

NAGARAJA, T. G. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: **The rumen microbial ecosystem**, p. 523-632. P. N. Hobson and C. S. Stewart editors. 1997.

NEGRÃO, F. de M.; DANTAS, C. C. O. Utilização de ionóforos como aditivo na alimentação de bovinos de corte. **Pubvet**, [S. l.], v. 4, n. 31, 2015. Disponível em: <https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2488>. Acesso em: 28 jun. 2023.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. 2001.

NOCEK, J. E., & TAMMINGA, S. Site of Digestion of Starch in the Gastrointestinal Tract of Dairy Cows and Its Effect on Milk Yield and Composition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3598-3629, 1991.

NOGUEIRA, Vivian Assunção; FRANÇA, Ticiano Nascimento; PEIXOTO, Paulo Vargas. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, p. 191-197, 2009.

OCHOA, Sergio Andrade et al. Differential antimicrobial effect of essential oils and their main components: Insights based on the cell membrane and external structure. **Membranes**, v. 11, n. 6, p. 405, 2021.

OLIVEIRA, B. C. et al. Mecanismos reguladores de consumo em bovinos de corte. **Revista Eletronica Nutri-Time** (online), v. 14, n.4, 2017.

OLIVEIRA, M. V. M. DE. et al. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763–1774, set. 2005.

OLIVEIRA, Otávio Augusto Martins et al. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 287-311, 2019.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.

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

ORTOLANI, Enrico Lippi et al. Acidoses ruminais em bovinos: uma revisão. **Revista Brasileira de Buiatria**, v. 2, n. 2, 2021.

PAGE, S.W. The role of enteric antibiotics in livestock production. A review of published literature. **Canberra: Avcare**, 1-105, 2003.

PALANGI, Valiollah et al. Strategies to mitigate enteric methane emissions in ruminants: A review. **Sustainability**, v. 14, n. 20, p. 13229, 2022.

PATRA, A. K.; YU, Z. Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, n. 12, p. 4271-4280, 2012.

PERNA JUNIOR, F. et al. Short-term use of monensin and tannins as feed additives on digestibility and methanogenesis in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, p. e20190098, 2020.

PIMENTEL, Paulo Roberto Silveira et al. How can nutritional additives modify ruminant nutrition? **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 54, n. 1, p. 175-189, 2022.

POMBO, Joseane Cristina Pinheiro et al. Efeito antimicrobiano e sinérgico de óleos essenciais sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 2, p. 108-117, 2018.

QUEVEDO, L.S. et al. Outbreak of ruminal acidosis in semi-extensive breeding beef cattle production - case report. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v.37, n.3, 269-274, 2015.

RAMOS, T. R. et al. SARA (Subacute Ruminal Acidosis) sua caracterização e consequências em bovinos: Revisão. **Pubvet**, v. 16, n. 06, p. 1-11, 2022.

RAUN, A. P. et al. Effect of monensin on feed efficiency of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 43, n. 3, p. 670-677, 1976.

RESTLE, J. et al. Terminação em Confinamento de Vacas e Novilhas sob Dietas com ou sem Monensina Sódica. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1801-1812, 2001.

REYES-JURADO, Fatima et al. Essential oils: antimicrobial activities, extraction methods, and their modeling. **Food Engineering Reviews**, v. 7, p. 275-297, 2015.

REZAEI AHVANOUEI, M. R. et al. Effects of monensin supplementation on lactation performance of dairy cows: a systematic review and dose–response meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 568, 2023.

RIGUEIRO, A.L.N. et al. Diferentes combinações de monensina sódica e virginiamicina durante terminação em confinamento de bovinos Nelore. **Ciência da Produção Animal**, v. 8, p. 1061-1072, 2020.

RIVAROLI, D. C. et al. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. **Meat Science**, v. 121, p. 278-284, 2016.

RIVAROLI, D. C. et al. Essential oils in the diet of crossbred (½ Angus vs. ½ Nelore) bulls finished in feedlot on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 10, p. 205-212, 2017.

RIVAROLI, D. C. et al. Effect of an essential oils blend on meat characteristics of crossbred heifers finished on a high-grain diet in a feedlot. **Animal Production Science**, v. 60, p. 595-602, 2020.

RIVERA-CHACON, Raul et al. Supplementing a phytogetic feed additive modulates the risk of subacute rumen acidosis, rumen fermentation and systemic inflammation in cattle fed acidogenic diets. **Animals**, v. 12, n. 9, p. 1201, 2022.

RODRIGUEZ-GARCIA, I. et al. Oregano essential oil as an antimicrobial and antioxidant additive in food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, n. 10, p. 1717-1727, 2016.

RUSSELL, James B.; HOULIHAN, Adam J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS microbiology reviews**, v. 27, n. 1, p. 65-74, 2003.

RUSSELL, James B.; STROBEL, HJ184044. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and environmental microbiology**, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

SALLAM, S. M. A. et al. Efficacy of eucalyptus oil on *in vitro* ruminal fermentation and methane production. **Options Méditerranéennes**, v. 85, p. 267-272, 2009.

SAMPAIO, C. B. et al., Fecal excretion patterns and short term bias of internal and external markers in a digestion assay with cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n° 3, p. 657-665, 2011.

SANTOS, Renata Lorena Cardoso. **Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos**. 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade de Brasília – UnB, Brasília, DF, 2016.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380p.

SILVA, A. P Dos S. et al. Effect Of Replacing Antibiotics With Funcional Oils Following Na Abrupt Transition To High-Concentrate Diets On Performance And Carcass Traits Of Nellore Cattle. **Animal Feed Science And Technology**, v. 247, p. 53-62, 2019.

SILVA, A.R.P. et al. Antibacterial activity and antibiotic-modifying action of carvacrol against multidrug-resistant bacteria. **Advances in Sample Preparation**, vol.7, 2023.

SILVA, G. P. et al. Custos de confinamento de bovinos de corte no município de Colômbia, SP. **Revista IPecege**, v. 4, n. 4, p. 7-15, 2018.

SILVESTRE, Antonio Marcos; MILLEN, Danilo Domingues. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, 2021.

SOARES, M. S. et al. Aditivos alimentares na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime–Artigo**, v. 314, p. 4162-4174, 2015.

SOUTO, Matheus Henrique; DUARTE, Eduardo Robson; BRANDI, Igor Viana. Estrutura e organização celular dos micro-organismos. **Microbiologia Básica para Ciências Agrárias**, p. 35, 2011.

TAGER, L.R.; KRAUSE, K.M. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 94, p. 2455-2464, 2011.

TEATHER, R.M; FORSTER, R.J. Manipulating rumen microflora with bacteriocins to improve ruminant production. **Canadian Journal of Animal Science**, v.78, p. 57-69, 1998.

TEIXEIRA, Bárbara et al. Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, n. 11, p. 2707-2714, 2013.

THONNEY, E.; HEIDE, K.; DUHAIME, D.J. Growth, feed efficiency and metabolite concentration of cattle feed high forage diets with lasalocid or monensin supplements. **Journal of Animal Science**, v.52, p.427-433, 1981.

THORNTON, J. H.; OWENS, F. N. Monensin supplementation and in vivo methane production by steers. **Journal of Animal Science**, v. 52, n. 3, p. 628-634, 1981.

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

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 Sciences**, v. 26, n. 7, p. 935, 2013.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VENDRAMINI, J.M.B.; J.D. Arthington. Effects of supplementation strategies on performance of early-weaned calves raised on pastures. **The Professional Animal Scientist**. V.24, p.445-450, 2008.

VENDRAMINI, J.M.B. et al. Effects of monensina inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science** v.96, p.5112-5123, 2018.

VYAS, Diwakar et al. The combined effects of supplementing monensin and 3-nitrooxypropanol on methane emissions, growth rate, and feed conversion efficiency in beef cattle fed high-forage and high-grain diets. **Journal of animal science**, v. 96, n. 7, p. 2923-2938, 2018.

WALLACE, R. John, et al. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* v.15. n.10 (2002): 1458-1468, 2002.

WANG, Q.; Gong, J.; Huang, X.; Yu, H.; Xue, F. In vitro evaluation of the activity of microencapsulated carvacrol against *Escherichia coli* with K88 pili. **Journal of Applied Microbiology**. v.107, n.6, p.1781-1788, 2009.

WANG, Zhengwen et al. Effect of oregano oil and cobalt lactate on sheep in vitro digestibility, fermentation characteristics and rumen microbial community. **Animals**, v. 12, n. 1, p. 118, 2022.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition** Englewood Cliffs: Reston, p.108-116, 1988.

YANG, W. Z., et al. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of dairy science** v.90.12 p. 5671-5681, 2007.

YAP, Polly Soo Xi et al. Membrane disruption properties of essential oils-A double-edged sword?. **Processes**, v. 9, n. 4, p. 595, 2021.

ZINNO, Paola et al. Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils from *Origanum vulgare* Genotypes Belonging to the Carvacrol and Thymol Chemotypes. **Plants (Basel, Switzerland)** vol. 12,6 1344. 16 Mar. 2023.

ZHANG, R. et al. Oregano essential oils promote rumen digestive ability by modulating epithelial development and microbiota composition in beef cattle. **Frontiers in Nutrition**, v. 8:722557, 2021.

ZHAO, Xiaoya, et al. Effects of oregano essential oil on growth performance, apparent nutrient digestibility, and serum immune and antioxidant indicators of lambs. **Journal of Animal Nutrition**, v. 34(4), p. 2534-2541, 2022. DOI:10.3969/j.issn.1006-267x.2022.04.048.

ZHOU, R. et al. Effects of oregano essential oil on the ruminal pH and microbial population of sheep. **PLoS ONE**, 2019.

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