



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ABRAÃO PAULINO DE OLIVEIRA

ADITIVOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS

FORTALEZA

2025

ABRAÃO PAULINO DE OLIVEIRA

ADITIVOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Andrea Pereira Pinto

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- O45a Oliveira, Abraão Paulino de.
Aditivos na nutrição de bovinos / Abraão Paulino de Oliveira. – 2025.
27 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Zootecnia, Fortaleza, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Andrea Pereira Pinto.
1. Bovinocultura. 2. Ionóforos. 3. Óleos Essenciais. I. Título.
- CDD 636.08
-

ABRAÃO PAULINO DE OLIVEIRA

ADITIVOS NA NUTRIÇÃO DE BOVINOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Andrea Pereira Pinto (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Guimarães Pimentel

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Doutorando Bruno Ramires Macedo Costa

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre prestam apoio nas minhas metas e confiam nos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força e não me deixar desistir, mesmo nos dias difíceis.

Aos meus pais que foram meu suporte todos esses anos de curso.

A todos os professores que me ensinaram e prestaram apoio quando foram solicitados.

RESUMO

No Brasil, a criação de bovinos ocorre principalmente em sistemas baseados em pastagens, que representam uma fonte nutricional complexa, pois a baixa concentração de matéria seca nesses alimentos é um fator que pode comprometer o desempenho dos animais, especialmente nos períodos de estiagem. Para contornar essa limitação, o uso de aditivos nutricionais, como ionóforos, não-ionóforos, enzimas, probióticos, extratos vegetais e óleos essenciais, pode ser uma estratégia eficiente para melhorar a fermentação ruminal e otimizar o aproveitamento dos nutrientes. A escolha do aditivo ideal deve levar em conta fatores como a composição da dieta, as exigências nutricionais dos animais e os objetivos da suplementação, sempre equilibrando produtividade, bem-estar animal e sustentabilidade. Com a crescente busca por alternativas naturais, aditivos como probióticos e óleos essenciais vêm se destacando como opções viáveis, proporcionando benefícios semelhantes aos aditivos tradicionais, porém com menor risco de resíduos. Quando incorporados de maneira estratégica e respaldados por conhecimento técnico e boas práticas de manejo, os aditivos podem contribuir para a eficiência da produção pecuária, garantindo rentabilidade, segurança alimentar e menor impacto ambiental.

Palavras-chave: bovinocultura; ionóforos; óleos essenciais.

ABSTRACT

In Brazil, cattle are raised mainly in pasture-based systems, which represent a complex nutritional source, since the low concentration of dry matter in these feeds is a factor that can compromise animal performance, especially during dry periods. To overcome this limitation, the use of nutritional additives, such as ionophores, non-ionophores, enzymes, probiotics, plant extracts and essential oils, has been an efficient strategy to improve ruminal fermentation and optimize nutrient utilization. The choice of the ideal additive should take into account factors such as diet composition, animal nutritional requirements and supplementation objectives, always balancing productivity, animal welfare and sustainability. With the growing search for natural alternatives, additives such as probiotics and essential oils have been standing out as viable options, providing benefits similar to traditional additives, but with a lower risk of residues. When incorporated strategically and supported by technical knowledge and good management practices, additives can contribute to the efficiency of livestock production, ensuring profitability, food safety and reduced environmental impact.

Keywords: cattle farming; essential oils; ionophores.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	PANORAMA NACIONAL DA BOVINOCULTURA.....	9
3	IMPORTÂNCIA DOS ADITIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL	10
3.1	Principais aditivos utilizados na nutrição de bovinos	11
<i>3.1.1</i>	<i>Ionofóros</i>	<i>11</i>
<i>3.1.2</i>	<i>Antibióticos não ionóforos</i>	<i>14</i>
<i>3.1.3</i>	<i>Probióticos e enzimas</i>	<i>16</i>
<i>3.1.4</i>	<i>Óleos essenciais e extratos vegetais</i>	<i>18</i>
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, é um dos maiores produtores de carne bovina, com um rebanho aproximado, em 2023, de 238,6 milhões de cabeças (IBGE, 2023). E, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2024), o setor agropecuário desempenhou um papel fundamental na economia do país, representando cerca de 21,5% do Produto Interno Bruto (PIB) em 2024, com uma contribuição significativa da pecuária.

No Brasil a maior parte da criação bovina ocorre em sistemas de pastagem, um recurso nutricional de grande complexidade devido ao reduzido teor de matéria seca, fator que limita o desempenho de animais de produção durante a estação seca. Assim, para garantir um bom desempenho dos rebanhos em sistemas de criação a pasto, é fundamental equilibrar a oferta sazonal das forrageiras com estratégias que assegurem a adequada disponibilidade de nutrientes (Gomes *et al.*, 2023).

O manejo nutricional de ruminantes tem como objetivo não apenas suprir suas necessidades nutricionais e otimizar o desempenho produtivo, mas também preservar a saúde do rúmen. O equilíbrio ruminal é influenciado por diversos fatores, como a proporção de alimentos volumosos na dieta, o período de adaptação dos bovinos à alimentação, a regularidade no fornecimento das refeições, a ordem e frequência da distribuição nos currais de engorda, além do acompanhamento do consumo alimentar (Lopes, 2013).

Nesse cenário, o uso de aditivos surge como uma solução eficaz para otimizar o processo fermentativo no rúmen. Esses compostos atuam modificando as proporções dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) gerados durante a fermentação, promovendo a seleção de microrganismos específicos, como bactérias e protozoários, que melhor utilizam os substratos presentes na dieta. Essa modificação resulta em um aproveitamento mais eficiente dos nutrientes, maior retenção de energia, melhor utilização do nitrogênio alimentar, redução na emissão de metano e uma menor incidência de distúrbios metabólicos (Oliveira; Zanine; Santos, 2005).

Portanto, os aditivos oferecem benefícios significativos para a pecuária, incluindo melhorias na eficiência alimentar e na conversão dos nutrientes, além de contribuir para a redução dos custos com alimentação do rebanho. Dessa forma, objetivou-se, com essa revisão de literatura, discorrer sobre os principais aditivos utilizados na dieta de bovinos.

2 PANORAMA NACIONAL DA BOVINOCULTURA

A pecuária desempenhou um papel fundamental na estrutura econômica desde o início da colonização do território brasileiro. Inicialmente para abastecer os núcleos urbanos, se expandindo, posteriormente, para o sertão nordestino, com o gado sendo criado em pastagens naturais e, a partir da década de 1960, com expansão da atividade, introdução de novas raças e melhorias na criação (Teixeira; Hespanhol, 2014).

Desde então, a pecuária no Brasil se estabeleceu como uma cadeia produtiva altamente diversificada, com destaque para a indústria de alimentos de origem animal. Essa evolução impulsionou o aumento da produtividade e da geração de renda por meio de produtos como carne, leite e seus derivados, além de subprodutos como couro, miudezas e gorduras. Esses elementos desempenham um papel fundamental como fonte de renda e sustento para inúmeras famílias, consolidando a relevância econômica e social do setor (Beretta; Lobato; Mielitz Netto, 2002).

A relevância do setor de bovinocultura está relacionada, principalmente, às vantagens competitivas que o Brasil possui em relação aos outros países para produção agrícola e pecuária, como disponibilidade de áreas, solo, relevo e clima favorável, além de alta tecnologia. Com o avanço de tecnologias no país, a pecuária de gado de corte conseguiu aumentar sua competitividade, aumentando sua eficiência produtiva, diminuindo os custos e aumentando os lucros do produtor, avançando para atender às exigências dos consumidores (Mendes *et al.*, 2024).

O crescimento do rebanho mundial de bovinos, para atender a demanda por alimentos, resultou no aumento da produção de metano, e, conseqüentemente, maior preocupação da população em relação a emissão de gases de efeito estufa, pressionando os produtores e pesquisadores a buscarem alternativas viáveis para a redução desse gás (Pereira *et al.*, 2015), como, por exemplo, o uso de aditivos na dieta de ruminantes (Oliveira *et al.*, 2019). A produção de metano é um processo natural que ocorre no rúmen do bovino na fermentação do alimento ingerido, a partir da ação de bactérias metanogênicas que estão na microbiota do rúmen (Oliveira *et al.*, 2017).

Dessa forma, o crescimento da pecuária brasileira, impulsionado pela modernização dos sistemas de produção de bovinos, com a introdução de novas técnicas, como a criação em confinamento e o uso de suplementações alimentares, especialmente aditivos, resultaram em um aumento do rebanho e na otimização da produtividade animal (Vale *et al.*, 2019).

3 IMPORTÂNCIA DOS ADITIVOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

Na produção animal o principal objetivo é otimizar o ambiente ruminal, buscando aumentar a eficiência da conversão alimentar para a obtenção de produtos de origem animal de alta qualidade. Essa eficiência geralmente é alcançada por meio do uso de dietas balanceadas e de aditivos que promovem alterações benéficas no ambiente ruminal dos animais (Garcia *et al.*, 2012).

O uso de aditivos traz benefícios significativos, permitindo maximizar a eficiência alimentar ao reduzir perdas por produção de metano, calor e amônia para o ambiente. Como resultado, os animais economizam energia e proteínas devido à diminuição dessas perdas no rúmen, além de reduzir a mortalidade, prevenindo doenças infecciosas e parasitárias, e de preservar as características organolépticas das rações e da carne produzida (Morais; Berchielli; Reis, 2011).

Os aditivos são definidos no Brasil, pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), como substância intencionalmente adicionada ao alimento com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo, mas que não possua natureza nutritiva (energética, proteica ou que não seja fonte de minerais e vitamina), e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios ou atenda às necessidades nutricionais (Silva, 2019; Viana *et al.*, 2020).

A inclusão de aditivos na alimentação de ruminantes tem como finalidade otimizar a eficiência alimentar, promover o crescimento e favorecer a saúde e o metabolismo dos animais. Em sistemas de confinamento, onde as dietas apresentam altas concentrações de alimentos energéticos, há um aumento na produção de ácidos graxos voláteis, resultando na diminuição do pH do rúmen. Assim, o uso de aditivos torna-se uma estratégia essencial para evitar a acidificação ruminal e assegurar uma absorção mais eficiente dos nutrientes (Castro Filho, 2023).

Alguns aditivos possuem ação que consiste em controlar a população de bactérias gram-positivas, responsáveis pela produção de ácidos graxos voláteis, como acetato e butirato, que apresentam menor eficiência de absorção pelo animal. Além disso, essas bactérias produzem hidrogênio, um elemento-chave na formação de metano, um dos gases causadores do efeito estufa. O uso de aditivos na produção de bovinos tem se tornado cada vez mais relevante diante das crescentes preocupações de práticas sustentáveis e da necessidade de reduzir a emissão de metano na pecuária (Viana *et al.*, 2020).

3.1 Principais aditivos utilizados na nutrição de bovinos

Os aditivos utilizados na alimentação animal podem ser classificados em quatro categorias principais: tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos. Os aditivos tecnológicos são substâncias adicionadas com finalidades específicas, como conservação, oxidação, estabilização, emulsificação, regulação de acidez, adsorção, aglomeração e umidificação. Os sensoriais têm como objetivo alterar características organolépticas, incluindo corantes, pigmentantes, aromatizantes e palatabilizantes (MAPA, 2004).

A categoria dos aditivos nutricionais preserva ou melhora o valor nutricional dos alimentos, como vitaminas e provitaminas. Por fim, os aditivos zootécnicos são direcionados à otimização do desempenho animal, incluindo enzimas, moduladores da microbiota (probióticos, prebióticos e simbióticos) e melhoradores de desempenho. No Brasil, os principais aditivos utilizados na produção de bovinos incluem antibióticos ionóforos e não ionóforos, probióticos, óleos essenciais e extratos vegetais (Silva, 2019).

3.1.1 Ionofóros

Os promotores de crescimento mais utilizados são em sua maioria antibióticos, separados em duas classes: ionóforos e não ionóforos. São exemplos de ionóforos a monensina, salinomycin, narasin e lasalocid e de não ionóforos, a virginiamycin. Estes aditivos modificam a dinâmica ruminal e possibilitam melhor aproveitamento da ração total (Costa, 2021).

Os ionóforos são compostos de baixo peso molecular utilizados, principalmente, como agentes anticoccidianos promotores de crescimento, sendo empregados normalmente em dietas ricas em grãos para animais confinados. Sua utilização é eficaz na prevenção da acidose ruminal e na melhora da conversão alimentar, atuando por meio da modulação das bactérias ruminais, favorecendo as que produzem ácido propiônico, contribuindo para a redução da produção e emissão de gás metano. Em sistemas de criação a pasto, os ionóforos promovem um melhor aproveitamento da forragem consumida, resultando em maior ganho de peso dos animais e menor impacto ambiental, devido à sua capacidade de reduzir a emissão de metano (Salman; Paziani; Soares, 2006).

Os ionóforos exercem sua ação interferindo no desenvolvimento de bactérias gram-positivas, além disso, eles regulam o equilíbrio químico entre os meios intracelular e

extracelular, atuando por meio de um mecanismo conhecido como bomba de cátions. Cada ionóforo tem a capacidade de se ligar a cátions diferentes, formando um complexo cátion-ionóforo, que pode então se difundir através da membrana (Freire, 2019). A afinidade por um íon específico é diferenciada para cada ionóforo, a salinomicina e a narasina se ligam com íons monovalentes K^+ , enquanto a monensina se liga com íons Na^+ e a lasalocida, preferencialmente, com íons bivalentes, como Ca^{2+} e Mg^{2+} (Borges *et al.*, 2001).

Ao entrar na célula com um cátion, o complexo ionóforo/cátion se desfaz, e se liga a outro cátion intracelular, o qual é carregado para fora da célula. Depois de liberá-lo no meio extracelular, ocorre a formação de um novo complexo iônico, repetindo um novo ciclo. O aumento da concentração de cátions na célula estimula a bomba de Na^+/K^+ para compensar o desequilíbrio, fazendo a bactéria ter uma grande perda de energia, reduzindo na capacidade de multiplicação (Borges *et al.*, 2001).

As bactérias gram-negativas possuem uma camada de lipopolissacarídeos associada a canais proteicos hidrofílicos, conhecidos como porinas, que estão ausentes nas gram-positivas. Esses canais proteicos não permitem a passagem de moléculas que ultrapassam 500 Daltons, limitando a ação dos ionóforos sobre as bactérias gram-negativas. A monensina, possui tamanho molecular de 671 Daltons, lasalocida 591, salinomicina 751 e narasina, mais comumente utilizada em sistemas de pastagem, apresenta 765 Daltons (Silva, 2019).

Os ionóforos reduzem a degradação da proteína ruminal promovendo maior escape de proteína verdadeira no rúmen, além de aumentar a retenção de energia fermentada no rúmen, melhorando seu aproveitamento (Marino; Medeiros, 2015).

Quando animais são alimentados com dietas ricas em grãos e suplementadas com ionóforos, observa-se uma redução no consumo de alimento, sem prejuízo ao ganho de peso. Esse fenômeno é explicado pelo mecanismo quimiostático de ingestão, pois os ionóforos aumentam a disponibilidade de energia, portanto, uma menor quantidade de alimento é capaz de atender às necessidades energéticas. No entanto, quando alimentados com maior quantidade de forragem e menor densidade energética, o aumento da energia proporcionado pelos ionóforos não resulta em redução no consumo. Nesses casos, o ganho de peso tende a ser maior, e a conversão alimentar melhora, pois há uma maior quantidade de energia disponível (Marino; Medeiros, 2015).

Diversos estudos têm avaliado o impacto dos ionóforos no desempenho de bovinos de corte, com resultados consistentes em termos de aumento na eficiência alimentar e ganho de peso. Uma pesquisa conduzida por Hales, Cole e MacDonald (2017), analisou os efeitos da inclusão de monensina sódica em dietas de bovinos, considerando diferentes formas de

processamento do milho. O estudo revelou que a monensina contribuiu significativamente para a melhora na conversão alimentar e para a redução das emissões de metano em até 10%, evidenciando benefícios ambientais. Além disso, os animais suplementados demonstraram maior eficiência na utilização do nitrogênio e um balanço energético aprimorado, o que resultou em melhores índices de ganho de peso e desempenho produtivo. Esses dados reforçam o papel da monensina como um aditivo estratégico na intensificação sustentável da pecuária.

Entre os benefícios proporcionados pela monensina sódica, destacam-se: o aumento da produção de propionato ruminal, resultante da alteração nos padrões de fermentação; a redução das perdas energéticas, com a diminuição da produção de metano; a prevenção de distúrbios digestivos, como a acidose; a diminuição da proteólise ruminal e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado. Além disso, a monensina pode melhorar a digestibilidade potencial da proteína e da fibra dos alimentos, devido ao aumento do tempo de retenção da matéria seca no rúmen, consequência do menor consumo voluntário de alimentos (Duffield; Merrill; Bagg, 2012).

Restle *et al.* (2001) fizeram um estudo da utilização da monensina em fêmeas, vacas e novilhas, de descarte da raça Charolês, alimentadas com duas dietas, sem inclusão e com inclusão de 150 mg de monensina. A inclusão da monensina causou redução no consumo diário dos animais sem alterar a conversão alimentar e as novilhas tiveram maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar.

Duffield, Merrill e Bagg (2012) realizaram uma meta-análise abrangente, analisando 40 artigos científicos e 24 relatórios técnicos sobre os efeitos da monensina em bovinos de corte confinados durante as fases de crescimento e terminação. Os resultados indicaram uma melhora na eficiência de conversão alimentar de 6,4%, embora esse avanço tenha se limitado a uma variação de 2,5% a 3,5% nas últimas duas décadas. Além disso, foi registrado um decréscimo de 3% no consumo de matéria seca, acompanhado por um aumento de 2,5% no ganho médio diário de peso, quando comparados a animais que não receberam suplementação com ionóforos, destacando os benefícios consistentes da monensina na nutrição e desempenho de bovinos confinados.

Quando administrada na dosagem adequada, a monensina promove melhorias no desempenho dos bovinos, como o aumento no ganho médio diário, maior eficiência na utilização dos alimentos, diminuição da degradação ruminal das proteínas da dieta e redução do fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado (Marino; Medeiros, 2015).

Gomes *et al.* (2009) conduziram um estudo com bovinos Nelore avaliando os efeitos da suplementação com probiótico (*S. cerevisiae*), monensina e a combinação de ambos

sobre o rendimento de carcaça. Os resultados mostraram que os animais tratados com probiótico obtiveram o maior rendimento (56,9%), estatisticamente semelhante ao observado no grupo que recebeu monensina (56,4%). No entanto, a combinação de probiótico e monensina apresentou um rendimento ligeiramente inferior (55,5%), sem diferença significativa em relação aos demais tratamentos.

Maciel *et al.* (2019) avaliaram os efeitos da inclusão de aditivos no suplemento energético-mineral de bovinos de corte em pastagem de *Urochloa Brizantha* cv. Marandu. Os aditivos testados foram a virginiamicina, a monensina e associação dos dois aditivos (VM + MON). Houve uma menor ingestão do suplemento com a adição da monensina, sem interferência no ganho de peso dos animais, proporcionando redução nos custos com alimentação.

Ao diminuir a degradação das proteínas no rúmen, a monensina otimiza o aproveitamento de nitrogênio e a retenção de proteínas, favorecendo o aumento do ganho de massa muscular. Esse efeito é especialmente importante em sistemas de produção intensiva, onde a qualidade da carne é um aspecto fundamental. O incremento na deposição de proteínas nos tecidos musculares resulta em uma melhoria na qualidade da carcaça, o que, por sua vez, eleva o valor comercial dos animais. (Tedeschi; Fox; Tylutki, 2003).

3.1.2 Antibióticos não ionóforos

A virginiamicina (VM) é um antibiótico não ionóforo utilizado como promotor de crescimento. Amplamente utilizada no Brasil, é um antibacteriano produzido pela bactéria *Streptomyces virginiae*, composto por dois componentes químicos distintos, o fator M e o fator S, com atividade predominante contra bactérias gram-positivas. Contudo, sua ação é limitada sobre a maioria das bactérias gram-negativas devido à impermeabilidade da parede celular (Page, 2003).

A atividade antibacteriana da VM resulta da interação sinérgica entre seus dois componentes, o fator M e o fator S. Isoladamente, cada fator apresenta atividade contra bactérias; no entanto, sua combinação intensifica significativamente essa ação. Quando combinados na proporção de 4:1, os fatores M e S exibem um efeito sinérgico aprimorado (Sitta, 2011).

O fator M ($C_{28}H_{35}N_3O_7$) e o fator S ($C_{43}H_{49}N_7O_{10}$) que compõem a virginiamicina, são peptídeos que inibem o crescimento de bactérias gram-positivas, esses fatores, quando

isolados, possuem ação bacteriostática, no entanto, quando combinados, são bactericidas (Cocito, 1979).

A VM forma uma ligação permanente com as subunidades 50S dos ribossomos, provocando lise celular ao impedir a formação de ligações peptídicas durante a síntese de proteínas. Isso contribui para a estabilidade da fermentação ruminal e para melhorias no ganho de peso e na eficiência alimentar, devido à alteração da população bacteriana do rúmen (Maciel *et al.*, 2015). Em comparação com os ionóforos, ela demonstra maior eficácia na síntese de lactato, reduzindo a incidência de acidose e aumentando a eficiência energética, resultado do menor número de bactérias produtoras de ácido láctico (Nuñez *et al.*, 2013).

Ferreira *et al.* (2015) avaliando a inclusão de virginiamicina no suplemento de bovinos de corte a pasto, no período seco, observaram uma redução no consumo, no tratamento virginiamicina 200 (VM200) + 216 mg de (PhiGrow) VM/animal/dia, sem influência na degradabilidade da matéria seca e das fibras em detergente neutro ou ácido. Neumann *et al.* (2020) testaram a associação da monensina sódica à virginiamicina, no desempenho de novilhos de corte na fase inicial de confinamento, concluindo que a associação, na dose de 200 mg + 125 mg/animal/dia, promoveu maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Monção (2017) avaliando diferentes estratégias de suplementação com inclusão de virginiamicina, para Nelores, na fase de recria e terminação em confinamento, concluíram que a virginiamicina melhorou o ganho de peso dos animais no verão, a síntese de ácido propiônico no outono e o rendimento da carcaça quente e rendimento do ganho ao final da fase de recria, entretanto, a presença da VM nos suplementos durante a fase de crescimento não afetou o desempenho e qualidade da carcaça dos animais na fase de terminação.

Outro exemplo de antibiótico polipeptídico não ionóforo é a flavomicina, que atua inibindo a formação de peptideoglicanos, impedindo assim a síntese da parede celular de bactérias gram-positivas (Aarestrup *et al.*, 1998). A parede celular bacteriana, composta por peptideoglicano, torna-se enfraquecida pela ação da flavomicina e de outros antibióticos que interferem em sua síntese completa, ocasionando a lise celular.

Diversos antibióticos, especialmente os polipeptídicos, causam alterações na permeabilidade da membrana plasmática. As polimixinas, por exemplo, rompem os fosfolípidios da membrana, comprometendo sua permeabilidade normal e permitindo a saída de substâncias essenciais da célula, resultando em sua morte (Viegas, 2019).

Em relação à flavomicina, estudos relatam melhorias na digestibilidade dos nutrientes e no ganho de peso diário em bovinos suplementados com esse antibiótico (Page, 2003). Mogentale *et al.* (2010) avaliando o efeito na digestibilidade total e na fermentação

ruminal de bovinos alimentados com dietas contendo flavomicina e monensina, observaram que a monensina aumentou em 27% o propionato em comparação ao grupo controle, e a flavomicina, quando comparada ao controle, reduziu a taxa de degradação da proteína bruta em 31%, concluindo que houve efeito benéfico na fermentação ruminal apenas da monensina.

Em comparação aos ionóforos, os antibióticos não ionóforos apresentam vantagens específicas, como maior eficácia na redução de bactérias produtoras de ácido lático e menor risco de resistência bacteriana em alguns casos. Contudo, deve-se ter cautela com o seu uso devido às regulamentações e preocupações relacionadas à saúde pública (Nuñez *et al.*, 2013).

3.1.3 Probióticos e enzimas

Devido à ênfase dada à redução do uso de antibióticos como promotores de crescimento, nos últimos anos, houve um crescente aumento no interesse por alternativas nutricionais não antibióticas na alimentação animal (Sitta, 2011).

Neste contexto surgiram os probióticos, que são produtos constituídos por micro-organismos vivos que, quando introduzidos à dieta do animal, vão influenciar de forma positiva o hospedeiro através da melhoria do balanço microbiano intestinal (Fuller, 1989); e as enzimas, que são aditivos que não possuem função nutricional direta, mas auxiliam no processo digestivo, melhorando a digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta, porém são compostos proteicos que atuam em substratos específicos, dependentes de alguns fatores como temperatura, umidade e pH (Danieli; Schogor, 2020).

Bactérias, fungos e leveduras são classificados como probióticos. As bactérias dos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além do *Enterococcus faecium* em menor escala, são os mais utilizados como suplementos probióticos em alimentos (Saad, 2006). No caso das leveduras, destaca-se o uso da levedura desidratada *Saccharomyces cerevisiae*, um subproduto da indústria sucroalcooleira. Esse material é obtido por meio de um processo de centrifugação durante a fermentação alcoólica do melaço e, após ser seco e moído, é destinado à suplementação animal (Berto, 1985).

O primeiro mecanismo de ação seria a supressão do número de células patogênicas através da produção de compostos com atividade antimicrobiana, competição por nutrientes e competição por sítios de adesão. O segundo mecanismo seria a alteração do metabolismo microbiano, através do aumento ou da diminuição da atividade enzimática. E ainda o terceiro, seria o estímulo da imunidade do hospedeiro, através do aumento dos níveis de anticorpos e do aumento da atividade dos macrófagos (Saad, 2006).

As reações bioquímicas nos organismos vivos são catalisadas por determinadas enzimas, portanto, as enzimas são compostos proteicos que atuam sobre substratos específicos, cuja atividade depende de fatores como temperatura, umidade e pH (Danieli; Schogor, 2020). Esses aditivos alimentares, dependendo da forma como são utilizados, têm sido adicionados às dietas dos animais com o objetivo de melhorar ou manter o desempenho e a rentabilidade. As mais utilizadas na nutrição de bovinos são as enzimas fibrolíticas, como celulasas e xilanases, que auxiliam aumentando a digestibilidade das fibras (Beauchemin *et al.*, 2003).

A inclusão de probióticos na alimentação de bovinos adultos pode trazer benefícios em duas situações específicas. A primeira ocorre durante a chegada de animais jovens ao confinamento, pois a transição da fazenda para o confinamento envolve condições de estresse, como transporte, manejo e adaptação a um novo ambiente (Elam *et al.*, 2003). Esse estresse pode causar alterações na microbiota ruminal e intestinal, resultando em um aumento da mortalidade (Williams; Mahoney, 1984). Portanto, o uso de probióticos pode ajudar a prevenir esses problemas, pois seu principal objetivo é estabelecer e manter o equilíbrio da microbiota intestinal (Krehbiel *et al.*, 2003). Além disso, esses aditivos também promovem uma maior eficiência alimentar, atuando tanto no rúmen quanto no intestino.

Oliveira *et al.* (2024) avaliaram a substituição de virginiamicina por produtos à base de levedura em dietas de alto grão contendo monensina para novilhos Nelore x Holandês sobre a digestibilidade e parâmetros ruminais e concluíram que a levedura poderia substituir a virginiamicina nos menores níveis (7g/animal/dia de cultura de levedura enriquecida ou 7g/animal/dia de levedura autolisada) em dietas de alto grão com monensina.

Conforme Puupponen-Pimiä *et al.* (2002) as culturas bacterianas probióticas promovem a multiplicação de bactérias benéficas, fortalecendo os mecanismos naturais de defesa do hospedeiro. Krehbiel *et al.* (2003) afirmam que a inclusão de bactérias probióticas na alimentação animal está associada, principalmente, a benefícios no trato digestivo pós-rúmen. No entanto, há evidências de que esses probióticos também podem oferecer vantagens no rúmen, como a prevenção da acidose ruminal.

No rúmen, as enzimas exógenas podem complementar a ação das enzimas microbianas produzidas pelos microrganismos ruminais, melhorando a degradação das fibras, como a celulose e a hemicelulose. Estudos mostram que a suplementação com enzimas fibrolíticas, como celulasas e xilanases, pode aumentar a digestibilidade da fibra e a produção de ácidos graxos voláteis, que são a principal fonte de energia para os bovinos (Beauchemin *et al.*, 2003). Além disso, a utilização de enzimas amilolíticas, como amilases, favorece a digestão

de grãos e outros alimentos ricos em amido, reduzindo o desperdício de nutrientes (Tricarico; Johnston; Dawson, 2008).

Martins *et al.* (2006) analisaram o consumo e a digestibilidade de dietas, compostas de silagem de milho e feno de tifton 85 com adição de enzimas fibrolíticas exógenas, para bovinos e não observaram efeito sobre o consumo dos nutrientes, porém houve melhora na digestibilidade dos constituintes da parede celular de ambos os volumosos.

Embora as enzimas exógenas ofereçam vantagens, de acordo com Caires *et al.* (2008) seu uso depende de fatores como a compatibilidade com o pH ruminal, temperatura e umidade da dieta, além da forma de aplicação, seja no alimento concentrado, na forragem ou na mistura total da dieta, portanto, é essencial que as enzimas sejam escolhidas de acordo com os ingredientes da dieta e as condições de manejo.

3.1.4 Óleos essenciais e extratos vegetais

Despontando como uma alternativa saudável e livre de resíduos, os óleos essenciais e os extratos vegetais estão sendo pesquisados como substitutos dos antibióticos na nutrição animal (Calsamiglia *et al.*, 2007).

Os óleos essenciais, compostos extraídos de diversas partes das plantas (caules, folhas, flores, casca, raízes), possuem uma ampla variedade de princípios ativos e apresentam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Quando administrados em dosagens adequadas, têm o potencial de modificar positivamente a fermentação ruminal, no entanto, o uso excessivo pode ser prejudicial à microbiota do rúmen (Silva, 2019).

A ação dos óleos essenciais é semelhante à dos ionóforos, com atuação predominante sobre bactérias gram-positivas. Contudo, estudos realizados em ambientes ruminais demonstraram também sua eficiência contra bactérias gram-negativas (Busquet *et al.*, 2006), dessa forma, representa uma limitação, pois reduz a seletividade, aumentando a dificuldade de manipulação da fermentação ruminal (Calsamiglia *et al.*, 2007).

A composição dos óleos essenciais é influenciada por diversos fatores, como o estágio de maturação da planta e o método de extração, o que dificulta a definição de uma dosagem recomendada. Dietas ricas em concentrados, caracterizadas por um pH mais baixo, podem amplificar o efeito dos óleos essenciais devido à influência do ambiente ruminal em seu mecanismo de ação (Araújo, 2010; Burt, 2004).

O uso desses aditivos enfrenta alguns desafios, como a degradação parcial de suas propriedades pela microbiota ruminal. Além disso, o sabor e o odor dos óleos essenciais podem

afetar a ingestão, prejudicando a palatabilidade da dieta. Outro fator limitante é a volatilidade desses compostos, que os torna suscetíveis à eliminação por eructação (Araujo, 2010; Marostica Jr.; Pastore, 2007).

Extratos vegetais têm ganhado destaque na nutrição de bovinos como alternativas naturais aos aditivos químicos devido às suas propriedades funcionais, como ação antimicrobiana, antioxidante e moduladora da fermentação ruminal. Esses compostos bioativos são extraídos de diferentes partes das plantas, como folhas, cascas, raízes e flores, e incluem óleos essenciais, taninos e saponinas (Souza *et al.*, 2016).

O modo de ação e a função de cada extrato vegetal estão diretamente relacionados ao composto químico predominante e à sua concentração na composição da planta (Benchaar *et al.*, 2008). De forma geral, os fitogênicos agem no ecossistema da microbiota intestinal, contribuindo para o controle de agentes patogênicos. Essa ação reduz a necessidade de o hospedeiro desviar nutrientes para a resposta imunológica, resultando em maior disponibilidade de nutrientes essenciais para a absorção intestinal e, conseqüentemente, em um melhor desempenho produtivo do animal (Carvalho *et al.*, 2021).

Embora os extratos vegetais ofereçam inúmeros benefícios, sua eficácia depende de fatores como a composição química, a dosagem e a interação com os ingredientes da dieta. Além disso, o estágio de maturação da planta e o método de extração podem influenciar a qualidade e a concentração dos compostos bioativos (Burt, 2004). Portanto, sua aplicação deve ser feita com base em pesquisas específicas e em alinhamento com as necessidades dos animais.

Araújo (2010) destaca que os óleos essenciais, quando incluídos na dieta de ruminantes, podem atuar no combate à acidose ruminal, além de apresentar propriedades anti-helmínticas, inseticidas, antioxidantes e efeito sobre patógenos de origem alimentar. No entanto, possíveis efeitos carcinogênicos, fototóxicos e mutagênicos, mencionados por Bakkali *et al.* (2008), assim como interações com os sistemas nervoso e reprodutivo, possivelmente ocorrem em doses muito elevadas.

Ao suplementar bezerros da raça Holandesa com 600 mg/dia de óleo essencial de *Laurus nobilis* L., Izzaddeen e Kaygisiz (2018) não observaram diferenças significativas no ganho de peso diário, consumo de ração, conversão alimentar, peso ao desmame ou perímetro torácico. No entanto, constatarem uma melhora biológica, com a redução no número de dias com diarreia.

Santos (2016) avaliou o consumo e desempenho de novilhos Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, suplementados com dietas contendo monensina sódica, virginiamicina ou óleo funcional de caju e mamona, no período seco e chuvoso. Nos dois

períodos, os animais que receberam o óleo funcional apresentaram resultados de consumo e desempenho semelhantes aos animais que receberam a monensina.

Extratos vegetais podem modificar a microbiota ruminal, favorecendo microrganismos benéficos e reduzindo a atividade de bactérias patogênicas. Óleos essenciais, como os extraídos de orégano (*Origanum vulgare*) e cravo (*Syzygium aromaticum*), demonstraram reduzir a produção de gases como metano e melhorar a eficiência de utilização de energia e proteína no rúmen (Patra e Saxena, 2010).

A inclusão de taninos condensados, provenientes de plantas como *Acacia spp.*, mostrou aumentar a eficiência no uso de nitrogênio, reduzindo perdas de amônia no rúmen e melhorando a digestibilidade da dieta (Min *et al.*, 2003). Além disso, saponinas extraídas de *Yucca schidigera* têm sido associadas à redução de protozoários ruminais, favorecendo o metabolismo microbiano e a digestão de fibras (Wallace *et al.*, 2002).

Extratos vegetais também atuam no fortalecimento do sistema imunológico, reduzindo a incidência de doenças e o impacto do estresse em situações como transporte e transição para o confinamento. Por exemplo, a suplementação com óleos essenciais de *Laurus nobilis* em bezerros foi associada à redução do número de dias com diarreia, contribuindo para um melhor desempenho geral (Izzaddeen e Kaygisiz, 2018).

Propriedades antimicrobianas e antioxidantes de compostos bioativos ajudam a controlar microrganismos prejudiciais e a reduzir o estresse oxidativo nos animais, resultando em maior saúde e produtividade (Benchaar *et al.*, 2008).

Embora os extratos vegetais possam oferecer muitos benefícios, sua aceitação pelos animais é um fator crítico. Certos compostos podem afetar a palatabilidade da dieta devido ao sabor e odor característicos, o que pode limitar seu uso em altas dosagens (Burt, 2004).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os aditivos alimentares são ferramentas essenciais na nutrição de bovinos, que podem contribuir para melhorar o desempenho zootécnico, a saúde animal e a sustentabilidade da produção.

Com a crescente demanda por alternativas naturais, aditivos como probióticos e óleos essenciais podem ser promissores, oferecendo benefícios semelhantes aos dos aditivos convencionais, mas com menor risco de resíduos. Contudo, mais pesquisas são necessárias para explorar as interações com diferentes dietas e condições de manejo, além de estabelecer protocolos claros de uso.

REFERÊNCIAS

- AARESTRUP, F.M.; BAGER, F.; JENSEN, N.E.; MADSEN, M.; MEYLING, A.; WEGENER, H.C.. Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to antimicrobial growth promoters and related therapeutic agents in Denmark. **APMIS**, v. 106, n. 6, p. 606-622, 1998.
- ARAÚJO, R. C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal *in vitro***. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M.. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 46, n.3, p. 446-475, 2008.
- BEAUCHEMIN, K.A.; COLOMBATTO, D.; MORGAVI, D.P.; YANG, W.Z.. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 14, suppl. 2, p. E37-E47, 2003.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V.; FRASER, G.R., COLOMBATTO, D.; McALLISTER, T.A.; BEAUCHEMIN, K.A.. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 209-228, 2008.
- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 2, supl., p.991-1001, 2002.
- BERTO, D. A. **Levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharomyces spp.*) na alimentação de leitões em recria**. 1985. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.
- BORGES, A.S.; SILVA, D.P.G. da; GONÇALVES, R.C.; KUCHEMBUCK, M.R.G.; CHIACCHIO, S.B.; MENDES, L.C.N.; BANDARRA, E.P.. Ionóforos e equinos: uma combinação fatal. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 4, n. 2, p. 33-40, 2001.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, n.3, p.223-253, 2004.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C.. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 2, p. 761-771, 2006.
- CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; CHURKA, S.; BARTH, G.; CORRÊA, J.C.L.. Effects of soil acidity amelioration by surface liming on no-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. **European Journal of Agronomy**, v. 28, n. 1, p. 57-64, 2008.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A.. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2580-2595, 2007.

CARVALHO, R.A.; FILGUEIRAS, E.A.; BRUNES, L.C.; EIFERT, E. da C.; GONZALES, R.D.S.; PEREIRA, L.S.; SOARES, B.B.; TONETTO, F.C.; MAGNABOSCO, C.U.. **Efeito do uso de aditivo a base de óleos essenciais no desempenho de bovinos confinados**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, Boletim de pesquisa e desenvolvimento 393. 2021.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Com%20base%20nesse%20desempenho%2C%20o,do%20primeiro%20trimestre%20de%202024>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CASTRO FILHO, S.J. de. **Uso de aditivos na nutrição de bovinos de corte**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2023.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin family, inhibitors which contain synergistic components. **Microbiology Reviews**, v.43, n.2, p.145-198, 1979.

COSTA, L.F.X.. **Uso de monensina sódica, virginiamicina e óleos funcionais na suplementação de bovinos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico) – Instituto Federal Goiano, Ceres, 2021.

DANIELI, B.; SCHOGOR, A.L.B.. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 27, p. 1-13, 2020.

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

ELAM, N.A.; GLEGHORN, J.F.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L.; DEFOOR, P.J.; BRASHEARS, M.M.; YOUNTS-DAHL, S.M.. Effects of live cultures of *Lactobacillus acidophilus* (strains NP₄₅ and NP₅₁) and *Propionibacterium freudenreichii* on performance, carcass, and intestinal characteristics, and *Escherichia coli* O₁₅₇ shedding of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, n.11, p. 2686-2698, 2003.

FERREIRA, S.F.; FERNANDES, J.J. de R.; PÁDUA, J.T.; BILEGO, U.O.; LIMA, M.A.S.; FRANÇA, A.F. de S.; BENTO, E.A.; OLIVEIRA, L.G.; GRANDINI, D.. Desempenho e metabolismo ruminal em bovinos de corte em sistema de pastejo no período seco do ano recebendo virginiamicina na dieta. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, supl. 1, p. 2067-2078, 2015.

FREIRE, J.M.. **Ionóforos em dietas para bovinos de corte: Estudo meta analítico**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso, 2019.

FULLER, R. Probiotics in man and animals: a review. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 66, n. 5, p. 365-378, 1989.

GARCIA, C.E.R.; BOLOGNESI, V.J.; DIAS, J.D.F.G.; MIGUEL, O.G.; COSTA, C.K.. Carotenoides bixina e norbixina extraídos do urucum (*Bixa orellana* L.) como antioxidantes em produtos cárneos. **Ciência Rural**, v. 42, p. 1510-1517, 2012.

GOMES, R.C.; LEME, P.R.; SILVA, S.L.; ANTUNES, M.T.; GUEDES, C.F.. Carcass quality of feedlot finished steers fed yeast, monensin, and the association of both additives. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.648-654, 2009.

GOMES, M.L.R.; VIEIRA, V.A.; SANTOS, W.S.; MEDEIROS, C.J., CARVALHO FILHO, A.S.; FALCÃO, V.M.L., ALENCAR, F.S Estratégia de suplementação à pasto mediante utilização de alimentos volumosos e concentrados na nutrição de ruminantes: uma revisão. **Natural Resources**, Abuja, v. 13, n. 2, p. 16-27, 2023.

HALES, K.E.; COLE, N.A.; MACDONALD, J.C.. Effects of corn processing method and monensin supplementation on energy metabolism, carbon-nitrogen balance, and methane emissions of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.95, p.2027-2037, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Rebanho de bovinos (bois e vacas)**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>. Acesso em: 25 jan. 2025.

IZZADDEEN, S.I.; KAYGISIZ, A.. Effect of essential oil of laurel (*Laurus nobilis* L.) on performance, blood and fecal parameters of holstein calves during suckling period. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 50, n. 3, p. 1087-1096, 2018.

KREHBIEL, C.R.; RUST, S.R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S.E.. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: performance response and mode of action. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, n.14, suppl. 2, p. E120-E132, 2003.

LOPES, R.B. **Manejo nutricional em um confinamento de bovinos de corte**. 2013. 39 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MACIEL, I.C.F.; SATURNINO, H.M.; BARBOSA, F.A.; MAIA FILHO, G.H.B.; COSTA, P.M.; MALACCO, V.M.R. Virginiamicina na alimentação de ruminantes. **Caderno de Ciências Agrárias**, Minas gerais, v. 7, supl. 1, p. 271-285, 2015.

MACIEL, I.C.F.; SATURNINO, H.M.; BARBOSA, F.A.; MALACCO, V.M.R.; ANDRADE JÚNIOR, J.M.C.; MAIA FILHO, G.H.B.; COSTA, P.M.; Virginiamycin and sodium monensin supplementation for beef cattle on pasture. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.71, n. 6, p. 1999-2008, 2019.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. Instrução Normativa nº 13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 dez. 2004.

- MARINO, C.T.; MEDEIROS, S.R. de. Aditivos alimentares na nutrição de bovinos de corte. *In*: MEDEIROS, S.R. de; GOMES, R. da C.; BUNGENSTAB, D.J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 7.
- MARÓSTICA JR., M.R.; PASTORE, G.M.. Production of *R*-(+)- α -terpineol by the biotransformation of limonene from orange essential oil, using cassava waste water as medium. **Food Chemistry**, v.101, n.1, p.345-350, 2007.
- MARTINS, A. de S.; VIEIRA, P. de F.; BERCHIELLI, T.T.; PRADO, I.N. do; MOLETTA, J.L.. Consumo e digestibilidade aparente total em bovinos sob suplementação com enzimas fibrolíticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2118-2124, 2006.
- MENDES, K.S.; MENDES, T.G.; OLIVEIRA, H.J.B. de; SILVA, D.V. da. Recria intensiva a pasto como estratégia de criação para bovinos de corte. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 10, n. 1, 2024.
- MIN, B.R.; BARRY, T.N.; ATTWOOD, G.T.; McNABB, W.C.. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, n. 1-4, p. 3-19, 2003.
- MOGENTALE, S.M.; SILVA, E.J.A.; MEYER, P.M.; MARINO, C.T.; SUCUPIRA, M.C.A.; DEMARCHIDE, J.J.A.A.; RODRIGUES, P.H.M.. Effects of flavomycin on ruminal fermentation, *in situ* degradability and *in vivo* digestibility in bovine fed sugarcane diets. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences**, v. 5, n. 2, p. 76-85, 2010.
- MONÇÃO, F.P.. **Suplementação e uso da virginiamicina como moduladores do desempenho de bovinos Nelore na recria e seus efeitos na terminação em confinamento**. 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2017.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. *In*: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.S. (eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: FUNEP, 2011. p. 565-591.
- NEUMANN, M.; PONTAROLO, G.B.; CRISTO, F.B.; VENANCIO, B.J.; MANCHUR, A.D.; UENO, R.K.; SOUZA, A.M. de; MORESCO, E.M.; CZELUSNIAK, C.. Efeito associativo da monensina sódica à virginiamicina sobre o desempenho de novilhos de corte na fase inicial de confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 5, supl. 1, p. 2349-2364, 2020.
- NUÑEZ, A.J.C.; CAETANO, M.; BERNDT, A.; DEMARCHI, J.J.A. de A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. Combined use of ionophore and virginiamycin for finishing Nellore steers fed high concentrate diets. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 229-236, 2013.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 11, 2005.
- OLIVEIRA, V. da S.; SANTANA NETO, J.A.; VALENÇA, R. de L.; SANTOS, A.C.P. dos. Estratégias para mitigar a produção de metano entérico. **Veterinária Notícias**, v. 23, n. 1, p. 39-70, 2017

- OLIVEIRA, O.A.M.; AMARAL, A. das G.; PEREIRA, K.A.; CAMPOS, J.C.D.; TAVEIRA, R.Z.. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 1, p. 287-311, 2019.
- OLIVEIRA, D. dos S. de; SILVA, L. de O.M.; RIBEIRO, L.G.; SOUSA, D.G de; PEREIRA, L.M.; COUTO, V.R.M.; FERNANDES, M.H.M. da R.; ARNHOLD, E.; NASCIMENTO, M.Q. do; MANZANO, R.P.; FERNANDES, J.J. de R.. Substituição de virginiamicina por produtos à base de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas de bovinos: digestibilidade e parâmetros ruminais. **Ciência Animal Brasileira**, v. 25, 2024.
- PAGE, S.W.. **The role of enteric antibiotics in livestock production**. Canberra: Avcare, 2003.
- PATRA, A. K.; SAXENA, J. A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, v. 71, n. 11-12, p. 1198-1222, 2010.
- PEREIRA, L.G.R.; MACHADO, F.S.; CAMPOS, M.M.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; TOMICH, T.R.; REIS, L.G.; COOMBS, C.. Enteric mitigation strategies in ruminants: a review. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v. 28, n. 2, p.124-143, 2015.
- PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; AURA, A.M.; OKSMAN-CALDENTY, K.M.; MYLLÄRINEN, P.; SAARELA, M.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POUTANEN, K.. Development of functional ingredients for gut health. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 13, n.1, p. 3-11, 2002.
- RESTLE, J.; NEUMANN, M.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; ROSA, J.R.P.; MENEZES, L.F.G. de; PELLEGRINI, L.G. de 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.
- SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 1-16, 2006.
- SALMAN, A. K. D.; PAZIANI, S. de F.; SOARES, J. P. G. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte**. 1. ed. Porto Velho: Embrapa Rondônia. Documentos 101, 2006.
- SANTOS, R.L.C.. **Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- SILVA, M. T. **Principais aditivos zootécnicos utilizados na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: revisão de literatura**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Clínica e Cirurgia de Ruminantes) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- SITTA, C. **Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SOUZA, F.M. de; LOPES, F.B.; EIFERT, E. da C.; MAGNABOSCO, C. de U.; COSTA, M.F.O.; BRUNES, L.C. **Extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, documentos 331, 2016.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P. Environmental benefits of ionophores in ruminant diets. **Journal of Environmental Quality**, v.32, p.1591-1602, 2003.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, n. 36, p. 26-38, 2014.

TRICARICO, J.M.; JOHNSTON, J.D.; DAWSON, K.A.. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae* α -amylase. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 136-150, 2008.

VALE, P.; GIBBS, H.; VALE, R.; CHRISTIE, M.; FLORENCE, E.; MUNGER, J.; SABAINI, D. The expansion of intensive beef farming to the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, v. 57, p. 1-11, 2019.

VIANA, C.H.R.; VALENTIM, J.K.; RESENDE, G.A. de; CASTILHO, V.A.R. de; PANTOJA, J. de C.; PIETRAMALE, R.T.R.; ZIEMNICZAK, H.M.. Utilização de Aditivos para Bovinos de Corte em Confinamento. **Ensaios e Ciência**, v. 24, n. 5 esp., p. 536-543, 2020.

VIEGAS, C.R.. **Aditivos ionóforos e não ionóforos na dieta de tourinhos na fase de recria e terminação**. 2019. 61 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

WALLACE, R.J.; McEWAN, N.R.; McINTOSH, F.M.; TEFEREDEGNE, B.; NEWBOLD, C.J.. Natural products as manipulators of rumen fermentation. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 15, n. 10, p. 1458-1468, 2002.

WILLIAMS, D.L.; MAHONEY, J.H.. Pre-weaning and post-weaning nutrition. In: ANNUAL CONVENTION OF THE AMERICAN ASSOCIATION, 17., 1984, Iowa. **Proceedings [...]**. Iowa: American Association of Bovine Practitioners, 1984. n.17, 5 p.