

JOSÉ VINICIUS VALADARES XAVIER

ADITIVOS ALIMENTARES ALTERNATIVOS PARA BOVINOS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Cláudia Batista Sampaio

VIÇOSA - MINAS GERAIS

2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

X3a Xavier, José Vinícius Valadares, 1987-
2020 Aditivos alimentares alternativos para bovinos / José
 Vinícius Valadares Xavier. – Viçosa, MG, 2020.
 25 f. ; 29 cm.

Orientador: Cláudia Batista Sampaio.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 22-25.

1. Bovinos - Alimentação e rações. 2. Bovinos - Nutrição.
3. Probióticos. 4. Ruminantes. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20855

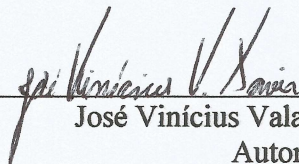
JOSÉ VINICIUS VALADARES XAVIER

ADITIVOS ALIMENTRES ALTERNATIVOS PARA BOVINOS

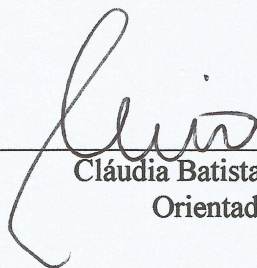
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 03 de dezembro de 2020.

Assentimento:



José Vinicius Valadares Xavier
Autor



Cláudia Batista Sampaio
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me proporcionar saúde e discernimento para que eu pudesse concluir o mestrado. Agradeço também a minha mãe, Elizabeth Valadares, pelo apoio incondicional, e a todos os meus familiares que sempre torceram por mim. À professora Cláudia Sampaio, pela orientação e às professoras Luciana Rennó e Fabiana Lana, por aceitarem fazer parte da minha banca, enriquecendo-a. Agradeço a todos os professores do DZO pelos ensinamentos compartilhados durante o curso. Agradeço à Marcela, minha companheira, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando. Por fim, agradeço à IMEVE S/A pela compreensão para comigo. Gratidão por encerrar esse ciclo! O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

José Vinícius Valadares Xavier, filho de Elizabeth G. Valadares, nasceu em Ponte Nova / MG – Brasil em 26 de abril de 1987.

Cursou graduação em Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Biológicas e de Saúde (FACISA), e obteve o título de bacharel em dezembro de 2012.

RESUMO

XAVIER, José Vinícius Valadares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2020. **Aditivos alimentares alternativos para bovinos**. Orientadora: Cláudia Batista Sampaio.

Aditivos probióticos naturais (bactérias e leveduras), enzimas exógenas e extratos naturais de plantas estão sendo amplamente utilizados e estudados como alternativa ao uso de antibióticos como promotores do crescimento. Esses aditivos naturais têm demonstrado efeitos satisfatórios no trabalho para melhorar o desempenho dos ruminantes. Devido à pressão do mercado e ao apelo das entidades de saúde pública, os aditivos naturais estão em alta no mercado, apresentando um grande diferencial em relação ao uso de antibióticos, que é não deixar resíduos nos produtos finais, bem como não causar resistência bacteriana. Essa diferença oferece segurança ao consumidor cada vez mais exigente. Estudos utilizando leveduras *saccharomyces cerevisiae* tiveram um aumento de até 8% na produção diária de leite. Os resultados para ganho de peso também foram relatados com valores médios de 8,7%. O uso de probióticos em bezerros promoveu melhor ganho de peso e diminuiu a eliminação fecal de *E. coli* patogênico. Os aditivos são utilizados há décadas na dieta animal para promover melhoria no sistema produtivo. Com isso, devido ao aumento da demanda por aditivos naturais, visando à sustentabilidade e segurança alimentar, o presente estudo aborda suas principais características e mecanismos de ação, bem como os benefícios que representam nas dietas para o gado.

Palavras-chave: Aditivos. Nutrição. Probióticos. Ruminantes.

ABSTRACT

XAVIER, José Vinícius Valadares, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2020. **Alternative food additives for cattle**. Adviser: Cláudia Batista Sampaio.

Natural probiotic additives (bacteria and yeasts), exogenous enzymes and natural plant extracts, are being widely used and studied, as an alternative to the use of antibiotics as growth promoters. These natural additives have demonstrated satisfactory effects in work to improve the performance of ruminants. Due to market pressure and the appeal of public health entities, natural additives are on the rise in the market, presenting a great differential compared to the use of antibiotics, which is about not leaving residues in the final products as well as not causing bacterial resistance. This difference offers security to the increasingly demanding consumer. Studies using *Saccharomyces cerevisiae* yeasts had an increase of up to 8% in daily milk production. Results for weight gain were also reported with mean values of 8.7%. The use of probiotics in calves promoted better weight gain and decreased fecal elimination of pathogenic *E. coli*. Additives have been used for decades in the animal diet in order to promote measures to improve the production system. With this, due to the increased demand for natural additives, aiming at sustainability and food safety, the present study addresses its main characteristics and mechanisms of action, as well as the benefits they represent in diets for cattle.

Keywords: Additives. Nutrition. Probiotics. Ruminants.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	8
INTRODUÇÃO.....	11
PROBIÓTICOS.....	12
ENZIMAS EXÓGENAS.....	16
EXTRATOS NATURAIS DE PLANTAS.....	17
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo Valadares Filho et al. (2011), durante a evolução, ruminantes desenvolveram características anatômicas e simbióticas que os permitiram utilizar com eficiência carboidratos estruturais como fonte de energia e compostos nitrogenados não proteicos como fonte de proteína. O sucesso evolutivo desses animais pode ser atribuído, principalmente, ao desenvolvimento do processo de fermentação nos pré-estômagos, tornando-os capazes de sobreviver em todas as condições climáticas terrestres. Assim, esta atividade fermentativa é capaz de promover a conversão dos componentes dietéticos a ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e vitaminas do complexo B e vitamina K, metano e dióxido de carbono, amônia, nitrato, etc (Owens e Goetsch, 1993).

A manutenção da população microbiana ativa em ambiente ruminal com pequena variação de temperatura, pH e osmolaridade adequados é o objetivo, porém, a natureza da dieta pode afetar o meio, seja pela alteração da taxa de digestão ou de passagem e, conseqüentemente, o metabolismo. Assim, a dieta é um dos fatores que influenciam diretamente o número e a proporção relativa das diferentes espécies de microrganismos no rúmen e a manipulação da fermentação ruminal. Esta manipulação teria como objetivo: melhorar processos benéficos, minimizar, deletar ou alterar processos ineficientes e prejudiciais ao animal hospedeiro.

A manipulação da fermentação ruminal é considerada uma das ferramentas para aprimorar a eficiência da produção no quesito nutricional de ruminantes e define-se como “manipulação de fermentação” todo processo que altera o metabolismo normal do rúmen.

Aproximadamente, 30% da energia consumida pelo animal é aproveitada para produção de leite, 30% é excretada nas fezes, 3% na urina, 10% na forma de metano e 25% na forma de calor, esses valores podem variar de acordo com a alimentação (Melo; Souza; Santos, 2018). Em média, 12% de energia metabolizável é perdida na forma de metano, entretanto, essa perda pode ser reduzida a partir do uso de aditivos, modificando os padrões ruminais (Oliveira et al., 2019).

A Instrução Normativa SARC nº 13, de 30 de novembro de 2004 do MAPA define aditivos como “produtos destinados à alimentação animal: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que

não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano”.

Além de otimizar a produtividade dos animais através da manipulação ruminal, os aditivos, introduzidos na ração ou presentes naturalmente nos alimentos, têm sido cada vez mais estudados e utilizados com intenção de reduzir a emissão de metano e excreção de nitrogênio, bem como promover o bem-estar e a saúde animal, diminuindo o impacto do sistema de produção no meio ambiente (Morais et al., 2011).

Os aditivos podem ser divididos em categorias gerais como antibióticos ionóforos, antibióticos não ionóforos, probióticos, enzimas, extratos naturais de plantas, entre outros. Os antibióticos ionóforos são assim chamados por serem transportadores de íons e possuem capacidade de formar complexos lipossolúveis com cátions e mediar transporte através das membranas lipídicas (Nagajara et al., 1997). São utilizados amplamente na produção animal para melhorar a eficiência energética. Atualmente, mais de 120 tipos de ionóforos são conhecidos, produzidos, principalmente, pelo mesmo tipo de bactéria do gênero *Streptomyces*. Mas, somente a monensina, lasalocida, salinomicina e laidlomocina propionato são aprovados para uso em ruminantes (Morais et al., 2011).

O uso de antibióticos não ionóforos como promotores de crescimento para bovinos ainda é pouco explorado. Contudo, a virginiamicina, a mais utilizada, produzida pela bactéria *Streptomyces virginiae*, é um componente químico combinado de 2 fatores M e S na proporção de 4:1, respectivamente, que age se ligando irreversivelmente às unidades ribossomais, promovendo a inibição na síntese proteica da membrana celular dos microrganismos afetados (Sitta, 2011).

Há uma preocupação dos órgãos oficiais de saúde pública em relação ao uso de aditivos antibióticos na produção animal, principalmente pela possibilidade de resistência bacteriana aos antibióticos, causando seleção de cepas cada vez mais resistentes. Por isso, os aditivos denominados alternativos estão ganhando cada vez mais espaço nas pesquisas em nutrição de bovinocultura, tendo como função melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes e, ao mesmo tempo, diminuir os riscos de contaminação dos produtos de origem animal.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é produzir artigo técnico abordando sobre aditivos alimentares alternativos, em substituição aos aditivos ionóforos e antibióticos, bem como produzir boletim de extensão como exigências do Programa de Mestrado Profissional em Zootecnia do Departamento de Zootecnia /UFV.

A presente dissertação será publicada por meio de boletim de extensão pela Pró-Reitoria de Extensão e Cultura PEC / UFV.

1- INTRODUÇÃO

Os bovinos são animais que convertem com eficiência material vegetal em carne e leite, assim, são fontes nutricionais de suma importância para os seres humanos. Para tanto, os bovinos necessitam de grande volume de alimentos, principalmente em sistemas intensificados. Sabendo que os custos com alimentação representam grande parte dos custos totais de produção, é fundamental aumentar a eficiência alimentar, e, para isso, temos como opção o uso de aditivos melhoradores de desempenhos.

A Instrução Normativa SARC nº 13, de 30 de novembro de 2004 do MAPA define aditivos como “produtos destinados à alimentação animal: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano.

Os aditivos mais utilizados para melhorar o desempenho dos animais, são os antibióticos ionóforos e antibióticos não ionóforos, porém existe uma grande preocupação dos órgãos de saúde pública e uma pressão mercadológica, para excluir o uso dos antibióticos para tal função. Essa preocupação fez com que a União Europeia optasse pela redução do uso de antibióticos como aditivos (Jouany; Morgavi, 2007) e banir totalmente o uso nos próximos 50 anos. A preocupação se deve à possibilidade de resíduos permanecerem nos produtos de origem animal e, assim, causar risco à saúde humana pela resistência a antibióticos.

Com isso, os antibióticos estão sendo substituídos por aditivos como os probióticos (bactérias e leveduras), enzimas exógenas e extratos naturais de plantas, que são aditivos naturais promotores de crescimento. Desta forma, têm aumentado significativamente o uso e os estudos com estes aditivos naturais.

Neste boletim técnico, daremos ênfase aos aditivos alternativos melhoradores de desempenho: probióticos (bactérias e leveduras), enzimas exógenas e extratos naturais de plantas (óleos essenciais, taninos e saponinas).

2- PROBIÓTICOS

Os aditivos microbianos, também conhecidos como probióticos ou DFM (*direct-fed microbials*), que são constituídos por bactérias e fungos, tiveram um aumento crescente nos últimos anos devido à redução de antibióticos como promotores de crescimento (Sitta, 2011). Estes aditivos são definidos como microrganismos capazes de exercer efeito benéfico que, em quantidades satisfatórias, alteram a microbiota de seus hospedeiros. Têm a função de promover a saúde e não a cura de doenças. A ampla vantagem da utilização dos probióticos é a ausência de efeitos secundários, como seleção de bactérias resistentes (Almeida et al., 2012).

A princípio, fornecer aditivos microbianos para ruminantes espera-se prevenir o estabelecimento de microrganismos indesejáveis ou equilibrar a microbiota normal do trato digestivo. Esse procedimento é denominado probiose. Devido à demanda para o uso de ingredientes naturais como promotores de crescimento, que melhoram a eficácia da produção em ruminantes, o uso de aditivos contendo células vivas e/ou microrganismo e/ou seus metabólicos tem ampliado (Morais et al., 2011).

A literatura relata diversos casos no aumento de desempenho quando os bovinos são suplementados com aditivos microbianos. O mecanismo de ação por exclusão competitiva é uma das formas que explica o aumento desse desempenho, em que a prevalência dos probióticos na microbiota competem com os organismos patogênicos pelo uso de nutrientes. Outras formas de ações também são observadas, como produção de ácidos, produção ou estímulo de enzimas, detoxificação por endotoxinas, imunidade cruzada e produção de nutrientes (Ávila et al., 2011).

2.1- BACTÉRIAS

As bactérias probióticas, também conhecidas como DFM (*Direct-fed microbials*), são microrganismos vivos e viáveis que agem auxiliando a recomposição da microbiota do trato digestivo, melhorando a saúde e a nutrição dos animais (Beauchemin et al., 2006).

Nas propriedades rurais, constantemente, os bovinos são submetidos a mudanças de suas rotinas, seja por intervenção nutricional, climática ou por manejo sanitário. Essas alterações levam ao desequilíbrio da microbiota ruminal e intestinal, diminuindo as bactérias benéficas e favorecendo a proliferação de patógenos (Ávila et al., 2011).

Em ruminantes, a quantidade de bactérias presentes no rúmen é de aproximadamente 10^{11} UFC/g. São mais de 60 espécies presentes no ambiente ruminal e podem ser caracterizadas de acordo com as funções por elas exercidas: celulolíticas, proteolíticas, amilolíticas, etc. As bactérias mais comumente utilizadas como aditivos probióticos são dos gêneros *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Enterococcus* e *Ruminobacter* (Ávila et al. 2011).

Cada bactéria tem sua particularidade a depender do seu gênero e espécie. Os *Bacillus* são capazes de esporular, o que faz com que tenham maior resistência durante o trânsito estomacal, bem como na fabricação e armazenamento de ração (Coppola & Turnes, 2004). Os *Lactobacillus* produzem ácido láctico no intestino, abaixando seu pH e, em razão disso, conseguem inibir o crescimento de bactérias patogênicas (Santos, 2018). As bactérias *Ruminobacter* fazem parte da microbiota ruminal, melhorando a fermentação do amido, celulose, pectina e maltose. Os *Enterococcus* fermentam vitaminas, açúcares e proteínas (Xavier, 2018).

O mecanismo de ação das bactérias como probióticos não estão totalmente esclarecidos na nutrição animal. Alguns mecanismos de ação são propostos para ação das bactérias, como eliminação do número de bactérias patogênicas através de competição por sítios de adesão e disputa por nutrientes e atuação na atividade enzimática durante o metabolismo microbiano (Sitta, 2011).

Uma das principais indicações do uso de bactérias como aditivos é na manipulação da fermentação ruminal a fim de prevenir acidose ruminal (Krehbiel et al., 2003). Acidose ruminal é caracterizada pela redução do pH, altas concentrações de ácidos graxos voláteis e ácido láctico no rúmen. Assim, é sugerido uso de bactérias, como exemplo as espécies de *Lactobacillus* e *Enterococcus*, para prevenção da acidose, estimulando bactérias utilizadoras de lactato. Esse resultado foi demonstrado para reduzir o risco de acidose em bovinos de corte, alimentados com alto concentrado, recebendo como aditivo bactérias do gênero *Lactobacillus* (Nocek et al., 2002).

Como efeitos pós ruminal, pode-se notar redução da concentração de microrganismos patogênicos nos intestinos, em modo geral, pela capacidade de inibição competitiva por aderência, efeitos antimicrobianos e imunomodulação via fagocitose intensificada (Krehbiel, 2003). Também pela redução de processos inflamatórios na parede dos intestinos, que, conseqüentemente, terá um menor gasto de energia para reparar danos nos tecidos do trato gastrointestinal, de modo que os animais aumentem a capacidade de absorver de nutrientes (Elam, 2003).

Bactérias probióticas na dieta de bezerros lactantes são capazes de colonizar seus intestinos, mantendo seu pH mais baixo, estabelecendo uma microbiota mais favorável às bactérias benéficas, impedindo a proliferação de bactérias patogênicas. Este mecanismo diminui a ocorrência de diarreia, proporcionando aos animais ganho de mais peso, melhorando a eficiência alimentar e imunidade dos bezerros. Sobre a imunidade, os efeitos das bactérias ainda não estão totalmente esclarecidos, alguns estudos verificaram aumento no ganho de peso e diminuição da eliminação fecal de *E. coli* patogênica (Bertagnon et al., 2019).

Embora ainda com poucos resultados consistentes, pode-se dizer que, na prática, o uso de bactérias (probióticos / DFM) tem como objetivo substituir ou reduzir o uso de antibióticos, promovendo melhoria na produção e composição do leite na redução de casos de acidose, melhoria no ganho de peso e eficiência alimentar em bovinos de corte, efeito terapêutico pela redução de estresse em animais ao desmame, transporte, jejum, vacinação, castração etc. (Beauchemin et al., 2006).

2.2- LEVEDURAS

As leveduras são fungos unicelulares tradicionalmente fermentadoras de carboidratos. Tem como efeito nos ruminantes o aumento da produção de bactérias celulolíticas, bactérias utilizadoras de ácido láctico, e aumento da digestibilidade da matéria seca (Anjos, 2019). Com o aumento na população geral de bactérias no rúmen, aumenta-se a atividade de bactérias celulolíticas, portanto, o fluxo de proteína microbiana intensifica e proporciona melhorias no desempenho dos animais (Beauchemin et al., 2006).

Células de leveduras vivas têm potencial efeito prebiótico e probiótico no rúmen. A ação probiótica da levedura pode ser explicada através da modulação da composição e atividade do ecossistema microbiano ruminal, promovendo a diminuição do conteúdo de ácido láctico, aumento e manutenção do pH ruminal, melhora na digestibilidade de nutrientes, otimização dos perfis de AGV e diminuição na quantidade da produção de amônia no rúmen. Além disso, também induzem o efeito prebiótico, por meio de compostos como oligossacarídeos, aminoácidos, vitaminas e ácidos orgânicos contidos dentro das células das leveduras, que podem estimular comunidades microbianas no rúmen para crescimento (McCann et al., 2017).

Teoricamente, as leveduras têm duas formas de ação. A primeira consiste no fornecimento de aminoácidos, vitaminas B e ácidos orgânicos, que, por sua vez, favorece o crescimento e atividades das bactérias que desfrutam de ácidos lácticos, melhorando o ambiente ruminal (Sousa, S., 2019). Segundo Garcia Diaz et. al (2019), outra forma é o sequestro de oxigênio, esse que é proveniente da ingestão e ruminação, o que explica a melhoria de desempenho dos ruminantes, favorecendo um ambiente mais estável no rúmen. Vale lembrar que a levedura viva não se desenvolve naturalmente na microbiota ruminal devido às particularidades do rúmen e, por esse motivo, torna-se indispensável a suplementação da levedura viva de forma contínua aos animais para que cumpra suas funções.

Em estudo realizado com a *Saccharomyces cerevisiae* de culturas vivas, com inclusão de até 20 gramas por animal, foi observado um aumento na produção diária de vacas de leite entre 4,4 a 8% na produção diária (Arcuri & Mantovani, 2006).

Em 22 estudos efetuados com o uso da *Saccharomyces cerevisiae*, foi observado um aumento na produção média de leite de 7,3%, variando entre 2 à 30% e para ganho de peso valores médios de 8,7%, podendo chegar a mais de 20% (França & Rigo, 2011).

Como mencionado, um dos mecanismos de ação da *Saccharomyces cerevisiae* é a remoção de oxigênio, além de manter o ambiente ruminal equilibrado, proporcionando aumento no número de bactérias celulolíticas viáveis, aumentando a digestibilidade até mesmo de alimentos mais fibrosos (Zeoula et al., 2018). O aumento do fluxo de proteína microbiana e, conseqüentemente, maior absorção de aminoácidos no intestino também resultam em maior produtividade, mas o resultado também é dependente da dieta (Wallace & Newbold, 1992).

Portanto, como aspetos gerais dos efeitos das leveduras estão: melhoria da atividade celulolítica pelo aumento geral no tamanho da população de bactérias, melhoria na digestão de fibra, redução do acúmulo de lactato, redução da concentração de oxigênio no fluido ruminal e melhoria na utilização do amido da dieta. Esses efeitos resultam em estabilidade ao ambiente ruminal (Denev et al., 2007).

Segundo França & Rigo (2011), apesar de inúmeros resultados mostrando a eficiência da utilização de leveduras vivas nas dietas de bovinos, há controvérsias, sendo necessária a padronização de doses a serem fornecidas, linhagem das leveduras, características fisiológicas dos animais e dietas, para que continue como uma opção na utilização e, assim, avaliar melhor seus benefícios.

2.3- ENZIMAS EXÓGENAS

As enzimas são proteínas produzidas através de um processo fermentativo por um microrganismo vivo, podendo ser por bactéria, fungo ou levedura, ou seja, não contêm células microbianas. Essas enzimas são separadas a partir dos resíduos da fermentação desses microrganismos (Beauchemin et al., 2006). Uma particularidade das enzimas é a especificidade por substratos, promovendo a degradação de substratos em sítios específicos de reações. Segundo Balieiro et al. (2018), as enzimas podem ser divididas em: amilolíticas, fibrolíticas e proteolíticas.

As principais estruturas de uma planta são formadas por polissacarídeos (celulose e hemicelulose) e os ruminantes são capazes de transformar esses compostos em carne e leite para consumo humano, isso se deve a sua microbiota ruminal. A matéria seca de forragens contém em média 40-70% de parede celular, que em condições de alimentação ideal, a digestibilidade dessa fração no trato digestivo ainda é menor que 65% (Van Soest, 1994). Por essa razão, as enzimas fibrolíticas são as mais estudadas e utilizadas para ruminantes (Balieiro et al., 2018). Assim, as enzimas exógenas podem atuar no rúmen de modo a promover melhorias na digestibilidade do material ingerido (Sousa, J., 2019).

O mecanismo de ação das enzimas no ambiente ruminal abrange hidrólise direta, estimulação da população microbiana, sinergismo com enzimas microbianas e aumento na adesão microbiana. Sua atuação no rúmen é rápida, em poucas horas após sua inclusão, porém, por vezes, observou-se sua inativação por outros microrganismos ruminais (Morais et al., 2011).

Vale ressaltar que, em alguns casos, ao introduzir enzimas fibrolíticas, ocasionou uma redução de pH, alterando a mastigação, ruminação e o ócio. Isso se deve à capacidade de hidrólise direta causada pelas enzimas, que reduz a efetividade física das fibras no rúmen (Machado, 2019).

Uma limitação no uso de enzimas seria pelo uso de vários tipos de forragens nas dietas de ruminantes, um problema de especificidade enzimática. Porém, a maior parte das respostas positivas com uso de enzimas acontece quando a energia é limitante para a produção, principalmente em sistemas de vacas de alta lactação e bovinos de corte em crescimento. Portanto, respostas produtivas em aumento de desempenho podem ser atribuídas a outros fatores, como o estado fisiológico.

2.4- EXTRATOS NATURAIS DE PLANTAS

Segundo Morais et al. (2011), as plantas produzem compostos metabólitos secundários, que são biologicamente ativos, concedendo a elas proteção contra ataques externos, seja por herbívoros, fungos, bactérias e insetos. Estes compostos são os aditivos fitoquímicos, fitoterápicos, fitobióticos, ervas e extratos naturais de plantas (Kumar et al., 2014). Em ruminantes, os extratos naturais de plantas têm sido pesquisados para serem usados como uma alternativa aos antibióticos e promotores de crescimento.

Ao introduzir esse aditivo em rações de ruminantes, espera-se que as atividades biológicas causem melhorias no processo de fermentação ruminal, modulando a microbiota. Dessa forma, diminui os processos oxidativos e o crescimento de bactérias patogênicas, melhorando a absorção de nutrientes através do aumento das atividades enzimáticas, conseqüentemente, uma melhor utilização da energia dos animais (Arowolo & He, 2018).

Dependendo dos níveis fornecidos aos bovinos, esses compostos naturais podem modificar a fermentação ruminal. Quando fornecidos em altas concentrações, acima de 4% do consumo da matéria seca, podem ter efeitos adversos na população microbiana, enquanto em níveis baixos, podem otimizar a fermentação ruminal (Morais et al., 2011).

Diversos são os componentes químicos dos extratos de plantas. Os mais utilizados como aditivos para ruminantes são: óleos essenciais, taninos e saponinas.

2.4.1- Óleos Essenciais

Os óleos essenciais são responsáveis pelo cheiro e cor presentes nas plantas, são obtidos através da destilação a vapor por diferentes partes das plantas, como raízes, folha, caule, etc. (Oliveira et al., 2019). A maioria das moléculas biologicamente ativas em óleos essenciais têm atividades antimicrobianas que protegem as plantas de patógenos e herbívoros. Óleos essenciais são lipofílicos e, portanto, interagem com a membrana celular da bactéria, que é responsável por sua toxicidade e efeitos antimicrobianos, particularmente contra bactérias Gram-positivas (Jouany & Morgavi, 2007).

Esse componente usado na nutrição de ruminantes como aditivo tem demonstrado, em alguns experimentos, grande potencial na manipulação de fermentação ruminal, como o aumento na produção de ácido propiônico, inibição nas atividades de alguns protozoários e redução na emissão de metano e amônia no ambiente, porém, são encontrados resultados contraditórios sobre a digestibilidade de alimentos e mecanismo de ação no rúmen (Sippert, 2019).

Estudos indicam que o uso de óleos essenciais, como o timol, tiveram efeitos como antibióticos, antifúngicos e anti-helmíntico. Seu modo de ação não é atribuído a um mecanismo específico. O seu poder hidrofílico o permite atravessar a membrana celular da bactéria e da mitocôndria, mudando a estrutura e favorecendo a troca de íons dentro da célula. Assim, ocorre um desequilíbrio celular provocando a morte da bactéria (Monteschio, 2017).

Vários são os óleos extraídos das plantas, entretanto, alguns destes, como o timol (extraído do tomilho - *Thymus vulgaris*), carvacrol (extraído do orégano - *Origanum sativum*), alina e alicina (extraídos do alho - *Allium sativum*), citrol e citronolol (extraídos de diversas plantas cítricas), mentol (extraído da menta - *Mentha piperita*) e cinamaldeído (extraído da canela - *Cinnamomum zeylanicum*), já possuem sua funcionalidade conhecida e definida (Busquet et al. 2006).

Trabalho realizado *in vitro* por Castillejos et al. (2005) contendo um mistura de óleos essenciais, na dosagem de 1,5 mg/L, foi concluído que houve aumento de AGV de cadeia curta sem afetar os parâmetros fermentativos. Em outro experimento também realizado por Castillejos et al. (2006), foram avaliados diferentes óleos essenciais e diferentes doses (5, 50, 500, e 5000 mg/L) e foi observado que o óleo do cravo-da-índia e da canela reduziram a concentração de amônia em todas as doses (Assis et al., 2018).

Como observado, compostos bioativos naturais são de difíceis avaliações, devido às grandes diferenças em suas dosagens e, principalmente, pela composição química que ocorre entre os preparativos. Por esse motivo, faz-se necessário mais estudos para definir quais os tipos e valores a serem recomendados.

2.4.2- Taninos

Os taninos são compostos fenólicos derivados do metabolismo secundário de plantas, que estão associados ao seu mecanismo de defesa. Possuem alto peso molecular, e são divididos em condensados, que estão presentes em plantas lenhosas, entres outros vegetais, e hidrolisados, que estão presentes nas folhas, frutas e vagens dicotiledôneas. Algumas plantas com alta concentração de taninos promovem uma baixa digestibilidade e, apesar do seu efeito negativo, podem promover melhor absorção de aminoácidos (Costa et al., 2008).

O pH do rúmen (6,0 – 7,0) permite que os taninos formem complexos, principalmente com as proteínas, através de ligações. Os taninos promovem efeito inibitório da degradação de proteína no rúmen, passando para abomaso, em que o pH é mais baixo (2,5 – 3,5), dissociando-se e obtendo aumento na absorção de aminoácidos pelo intestino delgado (Vásquez, 2015). Essa propriedade em reduzir a degradação da proteína dietética e aumentar a biodisponibilidade de aminoácidos no intestino delgado, reduz a produção de amônia ruminal e excreção de nitrogênio na urina, melhorando o estado nutricional do animal e reduzindo a liberação de nitrogênio no ambiente (Jouany & Morgavi, 2007).

Estudos têm mostrado que níveis baixos (4% da matéria seca) de taninos na dieta têm efeito positivo na digestão, sem afetar o consumo voluntário ou a digestão de fibra. Porém, deve-se atentar para o peso molecular e a composição, mais que a própria concentração de tanino (Morais et al., 2011). Segundo Perna Junior (2018), é primordial que estabeleça critérios, como dosagem, para garantir o benefício desse elemento, a fim de promover uma melhor fermentação ruminal.

2.4.3- Saponinas

Segundo Lima et al. (2013), as saponinas são glicosídeos presentes naturalmente em plantas de *Yucca schidigera*, *Brachiaria decumbes*, *Quillaja saponária*, *Medicago sativa* (alfafa), entre outras. Seu nome foi derivado por sua capacidade de formar espumas estáveis, como sabão, em soluções aquosas (Arowolo & He, 2018).

O motivo pelo qual essa substância tem sido estudada na nutrição de ruminantes é sua ação de inibir o crescimento de protozoários ruminais. As saponinas emulsificam

os lipídios da membrana celular protozoária, causando mudanças na sua permeabilidade e a morte da célula (Morais et al., 2011).

No processo de fermentação dos carboidratos, os protozoários fornecem hidrogênio para formação de metano, conseqüentemente, diminuindo os protozoários, reduz a produção de metano e aumenta a utilização de nitrogênio, melhorando o desempenho dos ruminantes (Lima et al., 2013).

Trabalho realizado *in vitro* por Hess et al. (2003), usando altas concentrações (12 mg/g de matéria seca) de saponinas, foi observado uma redução em até 54% na contagem de protozoários e 20% de redução na produção de metano. Wang et al. (1998), também *in vitro*, observaram uma redução de 15% de metano em relação ao grupo controle. Os autores explicam que a redução é devida a menor disponibilidade de hidrogênio.

No entanto, são necessários mais estudos para obter resultados aceitáveis com o uso de saponinas, devido a sua grande variedade estrutural dependendo da espécie vegetal e possível adaptação microbiana.

3- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários aditivos apresentam potencial para manipular a fermentação ruminal em substituição dos antibióticos como promotores de crescimento. Além de atuação direta no rúmen, alguns desses aditivos como, por exemplo, as bactérias, exercem funções pós-ruminal, atuando no trato gástrico intestinal, prevenindo a atuação de agentes patogênicos, melhorando o desempenho dos animais. As pesquisas mostram que, ao contrário dos antibióticos, os probióticos têm grande vantagem por não promoverem resistência bacteriana por seleção. Destaca-se que os resultados dos aditivos alternativos são satisfatórios quando comparados ao uso de antibióticos no desempenho tanto para bovinos de leite ou corte. Com isso, os aditivos alternativos tornam-se uma ferramenta adequada para substituir o uso de antibióticos como promotores de crescimento.

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, Luis Eduardo; GENARO, Sandra Cristina; GEROTI, Thaís Cristina; GALINA, Neuza Frazatti; GIUFFRIDA, Rogério; PARDO, Paulo Eduardo. Efeito do probiótico na resposta imune humoral em bovinos. *Colloquium Agrariae*, Presidente Prudente, SP, ano 2012, v. 8, ed. 1, p. 26-35, jan/jun. 2012.
- ANJOS, Elismar dos. Aditivos na terminação intensiva de bovinos de corte a pasto. Orientador: Dalton Henrique Pereira. 2019. 91 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, 2019.
- ARCURI, P. B.; MANTOVANI, H. C. et al. Recentes avanços em microbiologia ruminal e intestinal (BIO) Tecnologias para nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5, 2006, Viçosa, Anais... Viçosa: SIMCORTE, 2006. p. 273-312.
- AROWOLO MA, HE J. Use of probiotics and botanical extracts to improve ruminant production in the tropics: A review. *Anim Nutr*. 2018 Sep;4(3):241-249. doi: 10.1016/j.aninu.2018.04.010. Epub 2018 May 23. PMID: 30175251; PMCID: PMC6116326.
- ASSIS, João Rafael de *et al.* Extratos vegetais: potencial de uso na alimentação de animais ruminantes. *Nutritime Revista Eletrônica*, Viçosa, ano 2018, v. 15, n. 1983-9006, ed. 01, p. 8089-8096, jan/fev. 2018.
- ÁVILA, F. A. de *et al.* Antibióticos, quimioterápicos e probióticos. 1. ed. rev. Jaboticabal-SP: Funep, 2011. 83 p. ISBN 978-85-7805-073-3.
- BALIEIRO, Julio Cesar de Carvalho *et al.* Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. 2018. ed. rev. Pirassununga: 5D, 2018. 294 p. ISBN 978-85-60014-32-5.
- BEAUCHEMIN, K.A. *et al.* Chapter 7: Enzymes, bacterial direct-fed microbials and yeast: principles for use in ruminant nutrition. *Biology of nutrition in growing animals: Agriculture and Agri-Food Canada*, Canada, p. 251-284, 2006.
- BERTAGNON, Heloisa Godoi *et al.* Efeito do enterococcus faecium e saccharomyces cerevisiae na resposta imunológica, parâmetros hematológicos e ganho de peso de bezerros alimentados com silagem de milho. *Veterinária e Zootecnia: Vet. e Zootec.*, Sinop, MT, ano 2019, v. 26, n. 2178-3764, p. 01-11, 2019.
- BUSQUET, M. et al. Plant extratcts affect in vitro rumen microbial fermentaion. *Journal of Dairy Science*. 89:761, 2006.
- COPPOLA, M. de M.; TURNES, C. G. Probióticos e resposta imune: revisão bibliográfica. *Ciência rural*, Santa Maria, ano 2004, v. 34, n. ISSN 0103-8478, ed. 4, p. 1297-1303, jul/ago 2004.

- COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes: Revisão. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais: Rev. bras. plantas med., Botucatu, ano 2008, v. 10, ed. 4, p. 108-116, 2008.*
- DENEV, S. A. *et al.* Yeast cultures in ruminant nutrition. *Bulgarian journal of agricultural science: National centre for agrarian sciences, Bulgaria, v. 13, p. 357-374, 2017.*
- ELAM, N.A., 2003. Effects of live cultures of *Lactobacillus acidophilus* (Strains NP45 and NP51) and *Propionibacterium freudenreichii* (Strain NP24) on performance, carcass and intestinal characteristics, and *Escherichia coli* 0157:H7 shedding of finishing beef steers. Ph.D. Dissertation. Texas Tech. University, Lubbock, TX.
- FRANÇA, R. A.; RIGO, E. J. Utilização de leveduras vivas (*saccharomyces cerevisiae*) na nutrição de ruminantes: Uma revisão. *Fazu em revista: Zootecnia/Zootecnyh, Uberaba, ano 2011, ed. 8, p. 187-195, 2011.*
- GARCIA DIAZ, T. *et al.* Leveduras vivas e mananoligossacarídeos para prevenção de acidose ruminal subaguda. *Archivos de Zootecnia: Arch. Zootec., Maringá, Brasil, ano 2019, v. 68, ed. 263, p. 456-462, 15 jul. 2019.*
- JOUANY, J, & MORGAVI, D. (2007) Use of ‘natural’ products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal, 1(10), 1443-1466. doi: 10.1017/S1751731107000742.*
- KREHBIEL, C.R., RUST, S.R., ZHANG, G., GILLILAND. S.E., 2003. Bacterial direct-fed microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. *J. Anim. Sci 81 (E. Suppl. 2), <http://www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2407.pdf>, Accessed August 14, 2003.*
- KUMAR M., KUMAR V., ROY D., KUSHWAHA R., VAISWANI S. Application of herbal feed additives in animal nutrition-a review. *Int J Lives Res. 2014;4:1e8.*
- LIMA, Renata Nayhara de; LOPES, Kátia Tatiana de Lima; MOURA, Andrezza Kyarelle Bezerra de; MORAIS, Jacinara Hody Gurgel; MIRANDA, Maria Vivianne Freitas Gomes de; LIMA, Patrícia de Oliveira. Utilização de aditivos na alimentação de ruminantes: Revisão. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia: Pubvet, Londrina, ano 2013, v. 7, n. 24, ed. 247, Dezembro 2013.*
- MACHADO, Ricardo Dinarti. Enzimas exógenas na alimentação de vacas leiteiras. Orientador: Rodrigo de Almeida. 2019. 52 p. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- MAPA (Brasil). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 28/05/2009. Instrução Normativa 15/2009, Brasil, p. 1-8, 26 maio 2009.
- MCCANN JC, ELOLIMY AA, LOOR JJ. Rumen Microbiome, Probiotics, and Fermentation Additives. *Vet Clin North Am Food Anim Pract. 2017 Nov;33(3):539-553.*

- MELO, Waldjânio de Oliveira; SOUSA, Everton Sousa e; SANTOS, Ricardo César Barros Dos. Utilização de aditivos nas dietas de bovinos de corte no Brasil: revisão de literatura. Nutitime revista eletrônica, Viçosa, v. 15, ed. 3, p. 8182-8190, maio/jun. 2018.
- MONTESCHIO, Jéssica de Oliveira. Dietas suplementadas com óleos essenciais de cravo e alecrim e óleos protegidos (eugenol, timol e vanilina) sobre a qualidade da carne de novilhas terminada em confinamento. Orientador: Ivanor Nunes de Prado. 2017. 25, 37, 35 p. Tese (Doutor em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2017.
- MORAIS, J. A. da S. *et al.* Aditivos. Separata de: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G de. Nutrição de ruminantes. 2. ed. rev. Jaboticabal, SP: Funep, 2011. cap. 18, p. 565-599. ISBN 978-85-7805-068-9.
- NAGARAJA, T. G. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds). The Rumen Microbial Ecosystem. Blackie Academic & professional, London. 1997. p.523-632. nutrition. Bulg. J. Agric. Sci. 13: 357-374.
- NOCEK, J.E., KAUTZ, W.P., LEEDLE. J.A.Z., ALLMAN, J.G., 2002. Ruminal supplementation of direct-fed microbials on diurnal pH variation and in situ digestion in dairy cattle. J. Dairy Sci. 85, 429[^]133.
- OLIVEIRA, Otávio Augusto Martins *et al.* Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. Revista em agronegócio e meio ambiente, Maringá, v. 12, ed. 1, p. 287-311, jan/mar. 2019.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.). The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. p. 145-171, 1993.
- PERNA JUNIOR, F. Taninos como aditivo alimentar para mitigação das emissões de metano em ruminantes. Orientador: Paulo Henrique Mazza Rodrigues. 2018. 115 f. Tese (Doutor em Ciência) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2018.
- SANTOS, D. J. dos. Probiótico em dieta de alto grão com núcleo proteico extrusado para bovinos de corte. Orientador: Felipe Antunes Magalhães. 2018. 27 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Santa Maria, 2018.
- SIPPERT, Micheli Regiani. Avaliação de óleos essenciais de laranja e cravo em rações de ruminantes utilizando sistemas in vitro. Orientador: Geraldo Tadeu dos Santos. 2019. 35 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2019.
- SITTA, C. Aditivos (ionóforos, antibióticos não ionóforos e probióticos) em dietas com altos teores de concentrado para tourinhos da raça Nelore em terminação. Dissertação (Mestre em Ciências) – Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 88. 2011.

- SOUSA, JHONE T. L. de. Utilização de enzimas exógenas na nutrição de ovinos. Orientador: Luciano Fernandes Sousa. 2019. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade federal de Tocantins, Araguaína, TO, 2019.
- SOUSA, SARA. L. M. de. Desempenho e saúde ruminal de bovinos da raça Nelore em feedlot, suplementados com leveduras vivas e fonte de lípidos. Orientador: Sofia Van Harten. 2019. 90 p. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2019.
- VALADARES FILHO, S. de C.; PINA, D. dos S. Fermentação ruminal. Separata de: BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G de. Nutrição de ruminantes. 2. ed. rev. Jaboticabal, SP: Funep, 2011. cap. 6, p. 161-191. ISBN 978-85-7805-068-9.
- VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2. Ed. London. Constock Publishing Associates, USA, 1994. 476p.
- VÁSQUEZ, D. C. Z. Inclusão de monensina ou tanino na dieta de bovinos sobre a emissão de metano determinada pela técnica do gás traçador SF6. Orientador: Paulo Henrique Mazza Rodrigues. 2015. 63 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2015.
- WALLACE, R.J., NEWBOLD, C.J., 1992. Probiotics for Ruminants. In: Fuller, R. (Ed.). Probiotics: The Scientific Basis, Chapman and Hall. London, pp. 317-353.
- XAVIER, Isadora Macedo. Terminação intensiva de bovinos de corte suplementados a pasto, na época da seca, no norte do Mato Grosso. Orientador: Douglas dos Santos Pina. 2018. 153 f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT, 2018.
- ZEOULA, Lucia Maria *et al.* Digestibilidade parcial e total de rações com a inclusão de ionóforo ou probiótico para bubalinos e bovinos: Uma revisão. Revista Brasileira de Zootecnia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, ano 2008, v. 37, n. 1516-3598, ed. 3, p. 563-571, 2008.