

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE INTERESSE
ZOOTÉCNICO
LETICIA FERNANDA XAVIER COSTA

USO DE MONENSINA SÓDICA, VIRGINIAMICINA E ÓLEOS FUNCIONAIS NA
SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS.

LETICIA FERNANDA XAVIER COSTA

**USO DE MONENSINA SÓDICA, VIRGINIAMICINA E ÓLEOS FUNCIONAIS NA
SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS.**

Trabalho de curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito para a obtenção do título de especialista, sob orientação da Prof. Dr. Flávia Oliveira Abrão Pessoa.

**CERES
2021**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CC837u Costa, Leticia Fernanda Xavier
Uso de monensina sódica, virginiamicina e óleos
funcionais na suplementação de bovinos / Leticia
Fernanda Xavier Costa; orientador Flávia Oliveira
Abrão Pessoa . -- Ceres, 2021.
17 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em em
Especialização em Produção e Utilização de Alimentos
para Animais de Interesse Zootécnico) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Ceres, 2021.

1. Aditivos alternativos. 2. Ionóforo. 3.
Ruminantes. I. , Flávia Oliveira Abrão Pessoa,
orient. II. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:
Matrícula:
Título do Trabalho:

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 08/10/2021

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Ceres-GO, 30/09/2021.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às **dezenove** horas e **00** minutos do dia **27** do mês de **setembro** do ano de dois mil e **vinte e um**, realizou-se a defesa de Trabalho de Conclusão de Curso do(a) estudante **LETICIA FERNANDA XAVIER COSTA**, cujo título é **"USO DE MONENSINA SÓDICA, VIRGINIAMICINA E ÓLEOS FUNCIONAIS NA SUPLEMENTAÇÃO DE BOVINOS"**. A banca examinadora considerou o trabalho **APROVADO** com média **8**, estando o(a) estudante **APTO** para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário do Programa de Pós-graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador.

Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

(Assinado Eletronicamente)

Presidente da Banca - Flávia Oliveira Abrão Pessoa

(Assinado Eletronicamente)

Membro 1 - Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite

(Assinado Eletronicamente)

Membro 2 - Waldeliza Fernandes da Cunha

Documento assinado eletronicamente por:

- Waldeliza Fernandes da Cunha, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/09/2021 08:25:59.
- Paulo Ricardo de Sá da Costa Leite, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/09/2021 21:10:07.
- Flavia Oliveira Abrao Pessoa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/09/2021 21:06:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/09/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 312396
Código de Autenticação: 99fa121a66



Dedico este trabalho aos meus pais, irmão e amigos que de alguma forma contribuíram para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por não deixar fraquejar e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos.

Gostaria de seguir os agradecimentos a minha família a minha mãe Rosimarta Xavier Costa, ao meu pai Adailson da Costa e ao meu irmão Raphael Xavier Costa, que me incentivaram e apoiaram nesta jornada.

A minha orientadora, que mesmo a distância sempre se mostrou disponível para retirar dúvidas, pelas correções sugeridas que enriqueceram o trabalho e pela confiança em meu trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção e Utilização de Alimentos para Animais de Interesse Zootécnico, por todo conhecimento transmitido, mesmo com os desafios enfrentados com as adaptações no curso que seria totalmente presencial e por motivos de força maior tornou-se online.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres pela oportunidade de cursar o programa de especialização em uma instituição federal.

Finalizo agradecendo aos amigos, que mesmo não estando presentes fisicamente foram imprescindíveis para essa etapa.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos”

Friedrich Wilhelm Nietzsche

RESUMO

A produção de ruminantes cresceu de maneira substancial pelo mundo, porém os desafios quanto a eficiência dos sistemas produtivos são uma realidade e por vezes obstáculos enfrentados pelos pecuaristas. Assim, nutricionistas vêm trabalhando na modificação do ambiente ruminal com o objetivo de melhorar a eficiência ruminal e por consequência a alimentar. O presente trabalho teve como objetivo fazer uma comparação de literaturas entre o uso da monensina sódica, virginiamicina e óleos essenciais se estes são capazes de proporcionar os mesmos benefícios e terem potencial a substituição daqueles, tendo em vista os entraves crescentes ao uso dos ionóforos e não ionóforos. Os óleos essenciais OEs são considerados agentes alternativos e promissores aos antibióticos melhoradores de desempenho dos animais. Ao serem utilizados como aditivos alimentares são definidos óleos funcionais, pois apresentam alguma molécula ativa capaz de alterar o metabolismo do organismo. Quando utilizados juntamente com os aditivos ionóforos ou de forma exclusiva influenciam o consumo de nutrientes, sem, entretanto, causar alterações no desempenho e características de carcaça dos animais. Quanto ao uso da monensina sódica foi verificado na maioria dos estudos a redução no consumo alimentar sem afetar o ganho de peso dos animais. Para a virginiamicina os trabalhos pesquisados relataram efeitos positivos no aumento do fluxo de N microbiano, bem como de melhorias na adaptação de animais a fase inicial de confinamento. Assim, estudos ainda são necessários ao uso de óleos essenciais no desempenho e produção de ruminantes quanto o seu potencial substitutivo de aditivos ionóforos já reconhecidamente utilizados, dosagens e fontes.

Palavras-chave: Aditivos alternativos. Ionóforo. Ruminantes.

ABSTRACT

The production of ruminants has grown substantially around the world, but the challenges regarding the efficiency of production systems are a reality and sometimes obstacles faced by ranchers. Thus, nutritionists have been working on modifying the ruminal environment in order to improve rumen efficiency and, consequently, feed efficiency. This study aimed to compare the literature on the use of sodium monensin, virginiamycin and essential oils if they are able to provide the same benefits and have the potential to replace them, in view of the growing barriers to the use of ionophores and not ionophores. Essential oils OEs are considered alternative and promising agents to antibiotics that improve animal performance. When used as food additives, functional oils are defined, as they have some active molecule capable of altering the body's metabolism. When used together with ionophore additives or exclusively, they influence the consumption of nutrients, without, however, causing changes in the performance and carcass characteristics of the animals. As for the use of sodium monensin, it was verified in most studies a reduction in food consumption without affecting the animals' weight gain. For virginiamycin, the researched studies reported positive effects in increasing the flux of microbial N, as well as improvements in the adaptation of animals to the initial phase of confinement. Thus, studies are still needed on the use of essential oils in the performance and production of ruminants regarding their potential to replace ionophore additives already used, dosages and sources.

Keywords: Alternative additives. Ionophore. Ruminants.

LISTA ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática do mecanismo de ação da monensina sobre as bactérias gram-positivas	05
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais ionóforos utilizados nas dietas de bovinos de corte	03
Tabela 2 – Ganho de peso diário (GPD), consumo de suplemento (CS) e consumo de monensina (CM) conforme os tratamentos	06

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Aditivos em dietas para ruminantes	2
2.2 Monensina Sódica.....	4
2.3 Virginiamicina	7
2.4 Óleos essenciais	8
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se tornou destaque no cenário mundial como produtor e exportador de carne bovina, nos últimos anos. O rebanho de 2019 totalizou 213,8 milhões de cabeças e registrou uma taxa de abate de 43,3 milhões de animais, isso representou uma queda de 2,1% ante as 44,23 milhões de cabeças abatidas em 2018. Durante esse ciclo, no Brasil, as exportações de carne bovina aumentaram em 12,2%, passando de 2,21 para 2,49 milhões de toneladas. Quanto ao PIB a pecuária de corte cresceu 3,5% em 2019, somando R\$ 618,50 bilhões (ABIEC, 2020).

Nesse contexto, para garantir a crescente produção de proteína de origem animal, melhorias nos índices zootécnicos são necessárias por meio de inovações tecnológicas, ambientais, nutricionais e genéticas. Deve-se buscar animais e sistemas nutricionais que sejam adaptados as mais diversas condições do país, assim, aditivos nutricionais são usados para aumentar a eficiência dos alimentos, estimular o crescimento e engorda dos animais, ou apenas beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais, principalmente, aqueles sob condições desafiadoras, como é o caso dos confinamentos (COSTA et al., 2017).

Os aditivos como leveduras, probióticos, prebióticos e ionóforos têm sido utilizados em dietas para ruminantes com o objetivo de atuar na relação simbiótica entre os microrganismos no rúmen a fim de tornar mais eficiente o processo fermentativo e o alimentar. Esse processo ocorre pelo aumento do fluxo de nitrogênio ao duodeno e redução da emissão de metano, especialmente em animais que recebem dietas ricas em amido (MITSUMORI e SUN, 2008).

Apesar dos resultados positivos na utilização dos antibióticos na manipulação da fermentação ruminal e como melhoradores de desempenho, seu uso tem sofrido restrições, principalmente pela União Europeia. Tem sido questionado se tais substâncias poderiam deixar resíduos em produtos e subprodutos de origem animal e assim contribuir para o desenvolvimento de microrganismos resistentes aos antibióticos, utilizados na medicina humana (MARINO, 2008; SARTI, 2010).

Existem ainda outros pontos que também limitam o uso de aditivos nutricionais, como: o elevado custo dos produtos comerciais, não disponibilidade em áreas distantes de centros urbanos, impacto ambiental, desenvolvimento de resistência aos anti-helmínticos pelos nematoides dentre outros. Diante destes fatores tem crescido a busca por aditivos alternativos como extratos de plantas e combinações entre leveduras e microrganismos probióticos (ALMEIDA et al., 2013).

A abordagem temática sobre os aditivos tendo como o ionóforo a monensina sódica e como o não ionóforo a virginiamicina justifica-se por estarem entre os compostos mais

utilizados e avaliados na pecuária brasileira. Já a abordagem a respeito dos óleos essenciais se mostra relevante por serem substâncias geralmente reconhecidas como seguras, de acordo com o FDA – Food and Drug Administration. Por centenas de anos, extratos de plantas vêm sendo explorados por suas propriedades aromáticas, antissépticas e conservantes. A atividade antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana observada em grande número de substâncias extraídas de plantas confere a estes compostos um potencial importante como aditivo alternativo para uso na nutrição de bovinos (CALSAMIGLIA et al. 2007; BENCHAAAR et al., 2008).

Essa revisão teve como objetivo realizar uma comparação de literaturas entre o uso da monensina sódica, virginiamicina e óleos essenciais se estes são capazes de proporcionar os mesmos benefícios e terem potencial a substituição daqueles, tendo em vista os entraves crescentes ao uso dos ionóforos e não ionóforos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aditivos em dietas para ruminantes

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) define “aditivo” como substância intencionalmente adicionada ao alimento com o fim de conservar, intensificar ou alterar suas propriedades, desde que não prejudique seu valor nutritivo e melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais (BRASIL, 2016). Ainda o MAPA no Anexo I, da IN 44/2015 classifica os aditivos de acordo com suas propriedades nas categorias: aditivos tecnológicos, sensoriais, nutricionais e zootécnicos (BRASIL, 2015).

Os mecanismos de atuação dos aditivos relacionam-se com a inibição das bactérias gram-positivas, produtoras de ácido acético, butírico, láctico e H₂ (precursor do metano), resultando na maior disponibilidade de substrato para o desenvolvimento das bactérias gram-negativas, que são as maiores produtoras de ácido propiônico responsável pela remoção de H₂ do meio ruminal. Os aditivos também reduzem o consumo de alimentos a depender da composição da dieta ofertada ao rebanho, sendo capazes de garantir a produção da mesma quantidade de carne, por otimizar a conversão alimentar (BRÜNING, 2013).

Com o objetivo de prevenir possíveis distúrbios metabólicos principalmente em animais submetidos a suplementação com dietas de alto concentrado e aumentar a eficiência no aproveitamento do alimento, diversos aditivos melhoradores de desempenho têm sido estudados. No Brasil recebe destaque a utilização dos aditivos antibióticos ionóforos e não

ionóforos, probióticos e tamponantes (MILLEN et al., 2009). Dentro do grupo de ionóforos os mais utilizados estão a monensina sódica, a lasalocida, nasarina e salinomícina (Tabela 1).

Tabela 1- Principais ionóforos utilizados nas dietas de bovinos de corte.

IONÓFOROS	Organismos produtores	Peso molecular daltons	Dose mg/Kg de Matéria Seca
Monensina	<i>Streptomyces cinamonensis</i>	671	20-30
Lasalocida	<i>Streptomyces lasaliensis</i>	591	13
Narasina	<i>Streptomyces aureofaciens</i>	765	10-20
Salinomícina	<i>Streptomyces albus</i>	751	10-15

Fonte: Adaptado de Valadares Filho e Pina (2011).

Os ionóforos ao selecionar as bactérias gram-negativas fermentadoras de ácido láctico e produtoras de ácido succínico inibem as gram-positivas, dessa forma espera-se maior efeito desses aditivos em dietas com maior participação de concentrado do que em dietas com uma proporção maior de volumoso (THOMPSON et al., 2016). Animais recebendo dietas com elevadas quantidades de forragem o consumo não é alterado. Uma dieta com mais forragem e associada a uma ingestão de energia inferior ao ponto de saciedade, o aumento energético provocado pelo uso de ionóforos não causará redução de consumo, assim como há mais energia sendo aproveitada com o mesmo nível de ingestão, haverá maior ganho de peso (RIVERA et al., 2010).

Entretanto, a utilização de antibióticos e outros aditivos sintéticos como melhoradores de desempenho na alimentação animal estão sendo banidos da União Europeia desde 2006 pela EFSA (Autoridade Europeia da Segurança do Alimento), embasados no princípio da precaução, via regulação 1831/2003/EC. Nesse sentido, a entrada de produtos cárneos provenientes de produções em que animais recebam estes tipos de aditivos, também têm sua entrada restrita. A preocupação está associada com o eventual desenvolvimento de microrganismos resistentes pelo uso indiscriminado de ionóforos na dieta animal, o qual seria capaz de causar resistência a ação terapêutica dos antibióticos empregados na medicina humana (SANTOS, 2016).

A crescente visão negativa aos antibióticos ofertados em dietas aos animais, pode ser determinante na sua retirada da pecuária (MILLEN, 2008). Para consumidores leigos, aditivos são comumente confundidos com “hormônios”, causando rejeição negativa imediata, tal comportamento também é comum quando é relatado o uso de aditivos sintéticos nas rações animais, mesmo para aqueles que são similares aos produzidos na natureza e utilizados como suplementos alimentares (aminoácidos, vitaminas e provitaminas) (NÉVOA et al., 2013).

Uma importante vertente de pesquisas tem empenhado estudos na avaliação de compostos secundários de plantas como aditivos na alimentação animal, bem como outros produtos considerados “naturais” (SANTOS, 2016). O uso de óleos essenciais (OEs) como alternativa aos ionóforos antibióticos desempenham funções que vão além do seu aporte energético. Assim, de acordo com o tipo de óleo, estes podem apresentar funções antioxidante, antimicrobiana ou anti-inflamatória. Além disso, a inclusão de lipídios provoca a redução da metanogênese e da população de protozoários ciliados, facilita a colonização de bactérias celulolíticas, diminui a reciclagem de N microbiano e a concentração de amônia no rúmen (SILVA, 2014).

2.2 Monensina Sódica

A monensina (MON) é atualmente o aditivo alimentar mais utilizado nos confinamentos brasileiros. Os ionóforos, de maneira geral, aumentam a permeabilidade das membranas lipídicas biológicas a íons específicos, e são moléculas orgânicas pequenas que atuam como carreadores móveis dentro das membranas ou formam um canal íon permeável através das mesmas, sendo assim classificados quimicamente como antibióticos poliésteres. São compostos capazes de causar uma espécie de “curto circuito” no gradiente de prótons através das membranas das mitocôndrias (MILLEN et al., 2009).

A maioria das células expelle prótons ativamente (via ATPase) por meio da membrana celular e mantém o interior mais alcalino. As bactérias mantêm, internamente, concentrações de K^+ muito elevadas, maiores que no meio externo. Essa elevada concentração interna de K^+ é importante não só para a síntese de proteína, como também para o gradiente de K^+ que se forma para tamponar o pH intracelular via trocas de K^+/H^+ (RIGUEIRO, 2019).

Quanto a forma de ação da MON no ambiente ruminal o modelo mais aceito é o proposto por Russel (1997) que pode ser observado na Figura 1. Ela atua desorganizando o transporte de íons e assim inibindo o crescimento microbiano. Isso ocorre devido a esse ionóforo ter cerca de 10 vezes maior afinidade por Na^+/H^+ do que por K^+/H^+ , entretanto, o gradiente de K^+ é 25 vezes maior do que o de Na^+ . O efluxo de K^+ resulta em acúmulo de H^+ devido a maioria das células expelirem prótons via ATPase, para manter o pH intracelular mais alcalino e isso leva a um decréscimo do pH intracelular.

A queda do pH intracelular, aliado ao gasto excessivo de adenosina trifosfato (ATP's), devido ao transporte desorganizado dos íons provoca a morte ou a redução do crescimento microbiano. As bactérias ruminais Gram-negativas são, em muitos casos, menos sensíveis a MON do que espécies que apresentam uma segunda camada que é impermeável a grandes

partículas formadas por proteínas, lipoproteínas e lipopolissacarídeos. Já as bactérias Gram-positivas não possuem membrana externa, e por ser porosa não impede sua ação (LEITE, 2007).

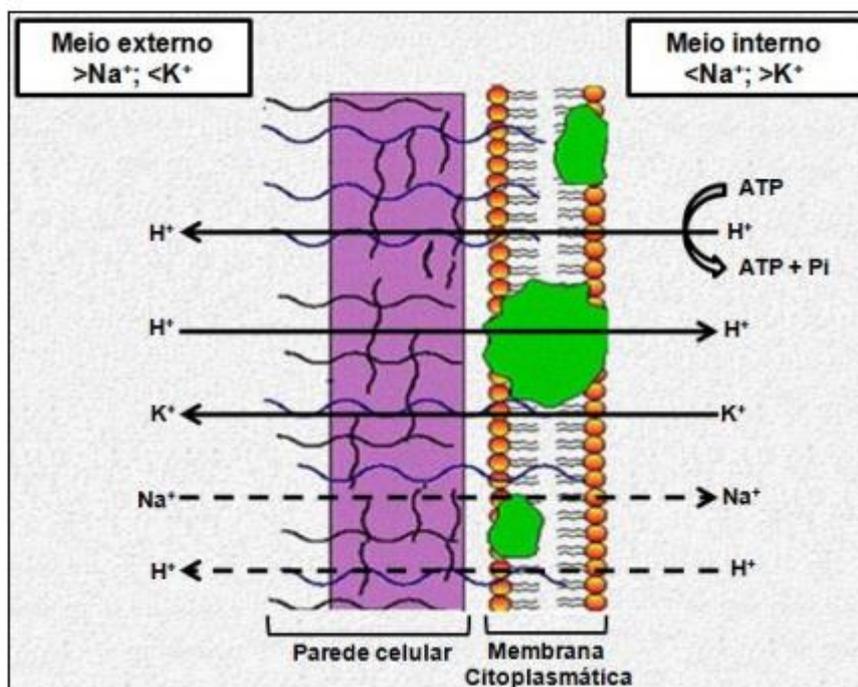


Figura 1. Representação esquemática do mecanismo de ação da monensina sobre as bactérias gram-positivas. Adaptado de Russel (1997).

Dentre os efeitos benéficos da MON estão: aumento da produção de propionato ruminal pela modificação dos padrões de fermentação, redução das perdas de energia associada a redução da produção de metano, prevenção de desordens digestivas como a acidose, redução da proteólise ruminal, diminuída desaminação no rúmen e aumento do fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado. Entretanto, um efeito clássico deste aditivo é a queda na ingestão de matéria seca (IMS) devido ao maior tempo de retenção da dieta no rúmen, quando adicionada na dieta. Seus efeitos na redução de IMS ocorrem de maneira linear decrescente à medida que a dose aumenta (DUFFIELD et al., 2012).

Em dietas para bovinos a pasto, a MON pode ser fornecida por meio de um suplemento proteico-energético para reduzir riscos de intoxicações. Nessas situações, recomenda-se de 50 a 100 mg de MON/ cabeça/ dia nos primeiros cinco ou sete dias (adaptação), e posteriormente, 200 mg/ cabeça/ dia em 450 g de suplemento. As bactérias ruminais de animais recebendo forragem são mais sensíveis à MON quando comparadas àquelas de animais recebendo dietas ricas em concentrado, logo espera-se maior efeito deste aditivo no desempenho de ruminantes em dietas ricas em volumoso (ROCHA JÚNIOR et al., 2010).

Verifica-se que em animais alimentados com dietas com alto concentrado, normalmente a MON promove redução no consumo de alimento, aumento ou inalteração no ganho de peso e aumento na eficiência alimentar (consumo/ganho). Já em ruminantes mantidos a pasto, o aditivo em questão não reduz o consumo, porém, o ganho de peso é aumentado, também em função da melhoria da eficiência alimentar (MORAIS et al., 2011).

Em pesquisa desenvolvida por Benetel (2014) avaliou-se a inclusão de altos níveis de MON em suplemento proteico de baixo consumo para novilhos da raça Nelore, mantidos em piquetes de *Brachiaria decumbens*. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos: 0, 400, 800 e 1200 mg de MON/ kg de suplemento proteico. Os resultados de ganho de peso diário (GPD), consumo de suplemento (CS) e consumo de monensina (CM) estão na Tabela 2.

Tabela 2. Ganho de peso diário (GPD), consumo de suplemento (CS) e consumo de monensina (CM) conforme os tratamentos.

Variáveis	Tratamentos				EPM	Prob.
	T0	T400	T800	T1200		
GPD (kg/anim./dia)	0,107 a	0,084 ab	0,045 b	0,032 b	0,44	0,0006
CS (g/dia)	276,75 a	154,56 b	84,18 c	84,56 c	14,85	0,0001
CM (mg/dia)	0,0 c	61,82 b	67,35 b	101,47 a	4,64	0,0001

Médias com letras diferentes na coluna indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos.

Fonte: Adaptado de Benetel (2014).

Para o tratamento controle T0 foi notório os efeitos positivos no desempenho dos animais devido a maior ingestão de suplemento sem a adição da MON. O tratamento T400 proporcionou ganho de peso e consumo de suplemento intermediário. Já os tratamentos T800 e T1200 apresentaram os menores ganhos de peso e consumo de suplemento.

O menor consumo diário de suplemento também foi observado por Costa (2015) avaliando o uso de diferentes aditivos em suplementos para bovinos recriados em pastagem, para os animais que receberam o suplemento contendo a MON que foi proporcional ao peso corporal. Os tratamentos constituíram de suplemento concentrado contendo T1 – MON; T2 – Virginiamicina; T3 – OE (óleo de rícino e óleo da castanha do caju. Os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A utilização da MON resultou em redução de 1,32% no consumo do suplemento em relação ao consumo médio dos animais que receberam a virginiamicina ou o óleo essencial.

Esses resultados podem estar associados com uma gama de fatores inter-relacionados forragem:suplemento:animal. De acordo com a Embrapa (2006), o efeito da MON sobre o

consumo de animais, criados em pastagens, pode afetar a taxa de passagem do alimento no rúmen em até 44% para animais alimentados com gramíneas de baixa qualidade e reduzir a taxa de passagem no trato digestivo total em 10% em bovinos em pastejo.

Rigueiro (2016) realizou estudo avaliando o uso combinado de MON e VM sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo, características de carcaça e saúde animal de bovinos Nelores terminados em confinamento. Os animais que foram alimentados somente com VM no período de adaptação apresentaram maior peso final (401,97 KG) neste período (P=0,08) que aqueles alimentados com MON (398, 18 KG). Os animais que receberam apenas VM na dieta durante a adaptação (19 dias) consumiram mais de 1 kg de ração quando comparado aos demais tratamentos.

De acordo com Lanna e Medeiros (2007) dietas com alto teor de energia aliadas ao uso de aditivos como a MON aumenta sua disponibilidade mesmo com menor consumo de alimentos. No trabalho supracitado de Rigueiro (2016) na fase de adaptação os bovinos que foram suplementados apenas com MON além de terem menor ingestão de matéria seca, também apresentaram menor ganho de peso diário e pior conversão alimentar, quando comparados com aqueles que receberam somente VM, mostrando que a depender da fase, a menor ingestão de matéria seca, e maior degradação dos nutrientes no rúmen não permite que a mesma quantidade de energia seja capaz de promover o mesmo ganho de peso diário.

2.3 Virginiamicina

A virginiamicina (VM) é um antibiótico não ionóforo, da classe das estreptograminas produzida por uma linhagem mutante de *Streptomyces virginiae*, originalmente encontrada em solos belgas, composta de dois peptolídeos chamados fator M (C₂₈H₃₅N₃O₇) de peso molecular de 525 e fator S (C₄₃H₄₉N₇O₁₀) de peso molecular de 823, que possuem um efeito sinérgico quando combinados à razão 4:1, respectivamente M:S. Assim, cada fator individualmente tem atividade bactericida ou bacteriostática, porém quando combinados, a atividade se torna mais forte (RIGUEIRO, 2019).

A VM, assim como, a MON apresenta ação principal contra as bactérias gram-positivas, tanto aeróbias quanto anaeróbias, entretanto não apresenta efeito sobre a maioria das bactérias gram-negativas em função da composição da parede celular impermeável. Ao penetrar a parede celular das bactérias gram-positivas a VM, tanto o fator M quanto o S se ligam de maneira específica e irreversível a uma unidade cromossomal (subunidades 50S) dos ribossomos, inibindo a formação de ligações peptídicas durante o processo de síntese proteica bacteriana. Dessa forma, todos os processos metabólicos são rompidos no interior da célula, causando a

redução do crescimento (bacteriostase) ou morte da célula bacteriana (atividade bactericida) (COCITO, 1979).

Alves Neto (2014) avaliando o efeito de diferentes doses de VM adicionadas em suplemento proteico (1g/kg de peso corporal) em tourinhos jovens da raça Nelore, mantidos em pasto de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. O ganho médio diário em peso foi de 1,06; 1,19; 1,14 e 1,13 kg/animal/ dia nas doses controle, 0, 35, 55 e 75 mg/ Kg de VM/100 kg de peso corporal, respectivamente. Ainda de acordo com o mesmo autor, o ganho médio diário em carcaça foi de até 737 g na dose de 46,75 mg/kg de matéria seca, além de benefícios na fermentação ruminal.

Já Rigueiro (2019) avaliou o uso da virginiamicina de forma exclusiva e combinada a MON para encurtar o período de adaptação de bovinos confinados. Os tratamentos foram: T1 – MON (27 mg/kg) com adaptação por 14 dias; T2 – MON (27 mg/kg) + VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; T3 – VM (25 mg/kg) com adaptação por 14 dias; T4 – VM (25 mg/kg) com adaptação por 9 dias e T5 – VM (25 mg/kg) com adaptação por 6 dias. O aumento na duração do período de adaptação quando somente a VM fornecida como aditivo alimentar aumentou a ingestão de matéria seca (IMS), tanto em quilos, quanto em % do peso vivo (PV) nos primeiros 28 dias de experimento.

Foi observado ainda de acordo com Rigueiro (2019) que a ingestão de massa seca em % do peso vivo foi maior quando animais foram adaptados por 14 dias suplementados com VM ao longo de todo período experimental quando comparado aos animais sob tratamento controle (2,11 vs 2,21%) e aos suplementados com a associação dos aditivos (2,12 vs 2,21%).

Costa (2016) avaliou o efeito da VM via suplemento mineral e altura de pasto sobre desempenho, parâmetros sanguíneos, fermentação ruminal, micro-organismos ruminais e produção de N microbiano com tourinhos Nelore. A VM não afetou a ingestão de suplemento mineral por peso vivo nem por animal. Porém, foi observado pelo autor aumento do fluxo de N microbiano para o intestino provocado pelo aumento dos protozoários ruminais do que pela fermentação ruminal. Ainda de acordo com o autor os efeitos positivos da virginiamicina estão relacionados não somente em função do aumento na síntese de ácido propiônico, mas também com processos que levam ao incremento na síntese de proteína microbiana.

2.4 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (EOs) também chamados de óleos voláteis ou etéreos são líquidos lipofílicos aromáticos obtidos de material vegetal (flores, brotos, sementes, folhas, galhos, cascas, madeira, frutos e raízes) (NEHME et al., 2021). Em fisiologia vegetal, estas substâncias

são denominadas compostos secundários. Essa classificação advém do fato de serem produzidos no organismo vegetal e apresentarem funções não diretamente relacionadas à nutrição da planta. Esses compostos estão relacionados à atividade de interação da planta com o ambiente, como ação antiparasitária, funcionando como repelente ou matando agentes predadores, substâncias atrativas para agentes polinizadores entre outras possíveis (CHAGAS, 2015).

Esses óleos são considerados metabólitos secundários das plantas, formados por uma mistura de moléculas de baixo peso molecular que incluem terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos), álcoois, aldeídos e cetonas. Dentre esses, os mais importantes são os terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) e o grupo dos compostos fenólicos (fenilproponoides). Os compostos fenólicos apresentam atividade nas reações de metoxilação e o número de hidroxilas para atuarem como agentes redutores contra o estresse oxidativo (ARAÚJO, 2010; NEHME et al., 2021).

Os OEs podem ser obtidos por prensagem, hidrodestilação, ou extração a vapor que é mais comumente usada para a produção comercial. Além disso eles contêm componentes voláteis, ceras, pigmentos, flavonoides e outras substâncias não voláteis (CHAGAS, 2015). Assim, esses compostos demonstram propriedades antivirais, antimicóticas, antitoxigênicas, antiparasitárias e inseticidas. Essas propriedades estão possivelmente relacionadas à função que desempenham nas plantas (NEHME et al., 2021).

Por serem produtos derivados de plantas os OEs são considerados agentes alternativos e promissores aos antibióticos melhoradores de desempenho dos animais. Ao serem utilizados como aditivos alimentares são definidos óleos funcionais, pois apresentam alguma molécula ativa capaz de alterar o metabolismo do organismo. Dessa maneira, podem ser incluídos diretamente nas dietas de ruminantes ou via extratos produzidos industrialmente (NEHME et al., 2021; MORAIS et al., 2011; CHAGAS).

A popularidade dos OEs no campo de saúde animal aumentou rapidamente na última década por melhorar o desempenho dos animais ao estimular a função imunológica, gastrointestinal da microbiota e a diminuição do estresse oxidativo. Pesquisas nesse campo ainda devem ser desenvolvidas com relação aos fatores intrínsecos e extrínsecos quanto ao emprego de OE como estado de saúde dos animais, nutricional, ambiente e a composição da dieta (NEHME et al., 2021).

A classe dos terpenóides e fenóis conferem aos óleos essenciais propriedades tóxicas para as bactérias Gram positivas e Gram negativas. Essa propriedade permite os óleos atuarem na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando as proteínas, ou seja,

alteram a permeabilidade da membrana citoplasmática. As mudanças dos gradientes dos íons conduzem a deterioração dos processos que são essenciais da célula como o transporte de elétrons e translocação de proteínas causando assim, a perda do controle quimiosmótico da célula afetada e, conseqüentemente a morte bacteriana (BENCHAAR et al., 2008).

Os OEs atuam de forma isolada, entretanto quando estão em combinações de óleos oriundos de diferentes plantas permitem o uso de doses menores e apresentam melhor funcionalidade. Por essa razão, as empresas de nutrição animal têm apostado em *blends* de compostos de óleos essenciais para garantir a melhor eficiência do produto (GONÇALVES, 2016).

De acordo com Benchaar et al., 2008 o mecanismo de ação dos óleos se assemelha ao dos ionóforos, pois estes estimulam a produção de ácido propiônico, sem afetar a concentração total de ácidos graxos voláteis, diminuem a concentração de hidrogênio livre no rúmen e assim, inibem a produção de metano. Além disso, os óleos essenciais também atuam melhorando a digestão através de estímulos à atividade enzimática.

Magnani (2017), avaliou o uso de monensina sódica ou OE em dieta com alto grão, sobre o desempenho produtivo de trinta bovinos da raça Nelore em terminação. Os tratamentos foram: controle (CTL) dieta base sem aditivos; Monensina (MON) 30mg/kg MS; Óleo essencial (OE) com adição de Essential® (mistura de óleo de mamona e líquido da casca da castanha de caju) na dose de 500 mg/kg de concentrado. Houve redução no consumo de MS em quilos por dia, quando comparado ao tratamento controle CTL – 9,20 kg/dia⁻¹; MON – 9,34 kg/dia⁻¹ e OE – 8,27 kg/dia⁻¹. Também foi observada redução no consumo em porcentagem de peso vivo para matéria orgânica (CMO): CTL – 8,82 kg/dia⁻¹; MON – 8,96 kg/dia⁻¹ e OE – 7,94 kg/dia⁻¹ e para proteína bruta (CPB): CTL – 1,31 kg/dia⁻¹; MON – 1,33 kg/dia⁻¹ e OE – 1,16 kg/dia⁻¹.

Ainda de acordo com Magnani (2017), os aditivos testados influenciaram o consumo de nutrientes, sem, entretanto, causar alterações no desempenho e características de carcaça dos animais, sendo assim o uso de OE indicado visando melhora na digestibilidade da fibra e redução nas emissões de metano.

Já Rivaroli (2014) em seu estudo avaliou o desempenho e características de carcaça de vinte sete bovinos mestiços (½ Angus vs. ½ Nelore) não castrados, com peso médio inicial de 243,2 ± 35,3 kg e idade de 12 meses. Os tratamentos consistiram em: Controle (CON), com adição 3,5 g/animal/dia (E 3,5) e adição de 7,0 g/animal/dia (E7,0) de óleos essenciais. O mix de óleos essenciais utilizado foi uma formulação comercial (MixOil®) administrado em pó via concentrado. A adição de óleos essenciais às dietas não influenciou o peso vivo final (PVF) e

o ganho de peso médio diário (GMD). O PVF e o GMD observados foram de 440,3 kg e 1,64 kg/dia respectivamente. Apesar de o PVF dos bovinos ter sido baixo, os mesmos apresentaram boa qualidade de gordura de cobertura. A ingestão de matéria seca (IMS) não foi alterada com a adição de óleos essenciais que foi de 7,1 kg/dia. Embora estes compostos apresentem propriedades palatáveis não foi encontrado efeito no presente estudo.

Por outro lado, Silva (2014) avaliou o efeito da MON, VM e de óleos essenciais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado. Os tratamentos consistiram no uso de: MON a 30 mg/kg MS (M30); MON40 mg/kg MS (M40); MON 30 mg/kg MS mais VM 25 mg/kg MS (VM) e óleos essenciais de mamona e caju em dosagem de 400 mg/kg MS (OE). Os animais recebendo OE tiveram maior ingestão de matéria seca (6,56 kg) que animais recebendo tratamento VM (5,35 kg), no entanto sem diferença para os tratamentos M30 e M40 (5,87 e 5,83 kg, respectivamente).

Ainda de acordo com Silva (2014) os tratamentos M40 e OE apresentaram menor tempo de ingestão por kg de MS. Houve tendência ($P= 0,0505$) para ingestão de matéria seca em porcentagem do peso vivo (IMS % PV), em animais consumindo a dieta OE apresentaram maior IMS, % PV, do que animais VM.

Zotti (2014) analisou o uso de MON e óleos essenciais em dietas com elevada proporção de concentrado fornecida de forma abrupta a 12 novilhos canulados no rúmen. Os tratamentos foram: sem aditivos (CTR); 400 mg de OEs de mamona e líquido da casca de caju/kg de MS ingerida (OE); 30 mg de monensina/kg de MS ingerida (M30) e 40 MG de monensina/kg de MS ingerida (M40). Os novilhos recebendo OE apresentaram maior IMS em relação aos demais tratamentos no dia 12, enquanto no dia 4 e dia 9 o grupo OE apresentou maior IMS do que M40. As diferenças na IMS entre os tratamentos foram mais pronunciadas na primeira semana após a transição abrupta. No dia 3 a IMS apresentou redução de 24,6%, 31,6%, 42,1% e 46,3%, respectivamente para CTR, OF, M30 e M40 comparado ao dia 2.

A redução na ingestão de matéria seca pode estar relacionada com a capacidade antimicrobiana dos óleos essenciais e possível seleção de bactérias produtoras de propionato no rúmen. Quando o propionato é absorvido mais rapidamente do que pode ser utilizado para produzir glicose no fígado, ele provavelmente será oxidado, gerando ATP e enviando sinal de saciedade ao cérebro (MAGNANI, 2017).

Os trabalhos que utilizam óleos essenciais apresentam grande variabilidade, pois são resultado de uma série de fatores que incluem a fonte do óleo funcional, a composição da dieta utilizada, dosagens, condições experimentais dentre outras (BENCHAAR et al., 2008).

Calsamiglia et al. (2007), ao reunir trabalhos *in vitro* e *in situ*, concluíram sobre os efeitos ruminais dos óleos essenciais, que os mesmos inibem a desaminação e a metanogênese, resultando em menor NH₃-N, metano e acetato, e favorecendo concentrações mais elevadas de propionato e butirato. Contudo, as respostas são variáveis aos óleos essenciais, a combinação dos mesmo e sua suplementação. Os autores ainda averiguaram que os efeitos de alguns destes óleos são dependentes do pH e da dieta.

Coneglian (2009) destaca algumas hipóteses que têm sido elencadas acerca do modo de ação dos óleos essenciais: (1) controle de patógenos pela atividade antimicrobiana, (2) atividade antioxidante, (3) melhora na digestão, pelo estímulo da atividade enzimática e (4) morfometria de órgãos. Os óleos essenciais são absorvidos no intestino pelos enterócitos e metabolizados rapidamente no organismo animal. Assim, os produtos deste metabolismo são transformados em compostos polares, pela conjugação com o glicuronato, e excretados na urina.

Existem ainda princípios que podem ser eliminados pela respiração, como CO₂. A metabolização rápida e a curta meia vida dos compostos ativos destes óleos levam a crer que o risco de acúmulo nos tecidos é mínimo. Desta maneira, o surgimento de micro-organismos resistentes a medicamentos utilizados na medicina humana estaria descartado (CONEGLIAN, 2009).

Embora os microrganismos pareçam apresentar capacidade de adaptação ao uso de óleos essenciais, a influência destes compostos na inibição de populações microbianas é mais notável em microrganismos associados à fração sólida do que para os dispersos na porção aquosa (CHAGAS, 2015).

Patra e Yu (2012) relataram a redução na produção de metano de forma simultânea a redução da quantidade de bactérias metanogênicas e produção total de microrganismos com o uso de óleos de cravo e orégano, porém a adição de óleo de alho ou eucalipto não afetou estas variáveis. Contudo, os autores observaram queda no número de bactérias celulolíticas e alteração no perfil de bactérias archaeas.

Gunal et al., (2013), ao avaliarem a influência OEs (óleos de citronela, alecrim, cravo, tomilho) na fermentação *in vitro*, verificaram, além dos efeitos mais consistentes de estabilidade do pH, redução da produção de amônia e perfil de AGV (ácidos graxos voláteis). Estas alterações indicam que os óleos essenciais podem alterar as vias da biohidrogenação ruminal.

Khiaosa-Ard e Zebeli (2013) realizaram uma meta-análise agrupando 34 experimentos, com 97 tratamentos com óleos essenciais. A dose média fornecida foi de 0,10 g/kg de MS (variando de 0,04 a 0,25), 0,15 g/kg de MS (variando de 0,01 a 0,43) e 0,22 g/kg de MS (variando de 0,02 a 0,75), respectivamente para bovinos de corte, leiteiros e pequenos

ruminantes (ovinos/caprinos). Todas as variáveis de fermentação ruminal apresentaram comportamento linear em função da dose. A concentração de amônia e produção de metano reduziram com o aumento da dose e compostos bioativos extraídos de plantas.

O pH foi o parâmetro que apresentou mais alterações contraditórias entre os experimentos, podendo apresentar leve redução. A pouca alteração do pH observada em muitos trabalhos pode representar um ponto positivo na manutenção da saúde ruminal. Da mesma forma, mudanças na produção de amônia foram dose dependentes, sendo que a diminuição foi expressiva quando houve o fornecimento de doses elevadas (100g/Kg de MS) (KHIAOSA-ARD e ZEBELI, 2013).

O fornecimento de OEs para bovinos pode alterar a fermentação, proteólise e metanogênese ruminal, com alterações nas populações microbianas. A grande variedade de princípios ativos obtidos de diferentes plantas contribui para variação nos resultados experimentais (CALSAMIGLIA et al. 2007).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego de óleos essenciais como aditivos alimentares é promissor, por inúmeros benefícios e serem substâncias reconhecidas como seguras pela Food and Drug Administration (FDA) tanto para consumo animal quanto humano. Além disso, o crescente mercado consumidor na busca por produtos de origem animal que tenham qualidade e sejam seguros quanto sua origem é outro ponto fomentador para seu emprego.

A partir da literatura supracitada, pode-se observar uma melhor digestão da fibra, pois os animais que receberam estes compostos passaram mais tempo ruminando e conseqüentemente levou a uma melhora da digestibilidade e degradação do alimento. Os OEs melhoraram o desempenho dos animais por apresentarem propriedades antivirais, antimicóticas, antitoxigênicas, antiparasitária, assim, aumentam as secreções digestivas e estimulam a função imunológica e a gastrointestinal da microbiota, além da diminuição do estresse oxidativo.

Quanto ao uso da monensina sódica foi verificado redução no consumo alimentar sem afetar o ganho de peso dos animais. Para a virginiamicina os trabalhos supracitados relataram efeitos positivos no aumento do fluxo de N microbiano, bem como de melhorias na adaptação de animais a fase inicial de confinamento.

Os óleos essenciais quando utilizados juntamente com os aditivos ionóforos ou de forma exclusiva influenciaram o consumo de nutrientes, sem, entretanto, causar alterações no

desempenho e características de carcaça dos animais, sendo assim o uso de OF indicado visando melhora na digestibilidade da fibra e redução nas emissões de metano.

Portanto, estudos ainda são necessários ao uso de óleos essenciais no desempenho e produção de ruminantes quanto o seu potencial substitutivo de aditivos antibióticos já reconhecidamente utilizados, pois várias são as variáveis que necessitam de maiores análises como dosagens, fontes de extração dos óleos e condições dos animais que serão suplementados.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. D. et al. Extrato aquoso de *Allium sativum* potencializada a ação dos antibióticos vancomicina, gentamicina e tetraciclina frente *Staphylococcus aureus*. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Araraquara: v. 34, n. 4, p. 487-492, 2013.

ALVES NETO, J. A. **Determinação da melhor dose de virginiamicina em suplementos para bovinos nelore em pastejo**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2014.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). BeefReport: Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>>.

BENCHAAAR, C., et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145 (1- 4), p. 209-228, 2008.

BENETEL, G. **Efeitos da inclusão de monensina sódica em suplementos proteicos sobre o desempenho, fermentação ruminal, degradabilidade do feno de *Brachiaria decumbens* e produção de metano em bovinos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **MAPA**. Instrução Normativa nº 44, de 15 de dezembro de 2015. Alteração da Instrução Normativa nº 13, de 2004 e Instruções Normativas nº 15 e 30 de 2009 e nº 29 de 2010. Diário Oficial da União. 17 Dez 2015. Sec.1, p.7.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **MAPA**. Projeções do Agronegócio 2015/2016 a 2025/2026. Brasília, 2016.

BRÜNING, G. **Adição de virginiamicina em suplemento mineral e proteinado para bezerras Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na transição seca-águas**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

CALSAMIGLIA, S. L.; 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. 2580-2565, 2007.

CHAGAS, L. J. **Desempenho, metabolismo e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação recebendo óleos essenciais em substituição ou combinação com monensina sódica na dieta**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura – Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

COCITO, C. Antibiotics of the virginiamycin Family, inhibitors wich contain synergistic componentes. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 43, p. 145-198, 1979.

CONEGLIAN, S. M. **Uso de óleos essenciais de mamona e caju em dietas de bovinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

COSTA, F.A.A. et al. Degradabilidade de gramíneas, fermentação e protozoários no rúmen de bovinos em dietas com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.2, p. 269-281, 2017.

COSTA, J. P. R. **Virginiamycin via mineral supplementation and sward height in growing nelore young bulls**. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2016.

COSTA, T. B. DA. **Uso de aditivos em suplementos para bovinos recriados em pastagem**. Monografia. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, 2015.

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.

EMBRAPA. **Utilização de Ionóforos para Bovinos de Corte**. Documento 101. Jul. 2006.

GONÇALVES, M. T. **Uso de monensina e óleos essenciais em dietas de bovinos para mitigação de metano entérico**. Monografia (Graduação em Zootecnia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

GUNAL, M.; ISHLAK, A.; ABUGHAZALEH, A. A. Evaluating the effects of six essential oils on fermentation and biohydroneneration in vitro rumen batch cultures. **Czech Journal of Animal Science**, Praha, v. 558, n. 6, p. 243-252, 2013.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essencial oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 91, p. 1819-1830, 2013.

LANA, D. P. D.; MEDEIROS, S. R. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 297-324.

LEITE, R. F. **Ionóforos na digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos**. Monografia (Graduação em Zootecnia). Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

MAGNANI, E. **Efeito dos teores de fibra e da adição de monensina ou óleo funcional no desempenho e emissão de metano de bovinos Nelore em terminação.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

MARINO, C. T. **Efeito do preparado de anticorpos policlonais sobre o consumo alimentar, fermentação ruminal e digestibilidade *in vivo* de bovinos suplementados com três fontes energéticas.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2008.

MILLEN, D. D. **Desempenho, avaliação ruminal e perfil metabólico sanguíneo de bovinos jovens confinados suplementados com monensina sódica ou anticorpos policlonais.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439. 2009.

MITSUMORI, M.; SUN, W. Control of rumen microbial fermentation for mitigating methane emissions from the rumen. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 21, n.1, p. 144-154, 2008.

MORAIS, J. A. S.; BECHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: Berchielli, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2º ed. Jaboticabal: Funep, p. 565-599, 2011.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. ADITIVOS. In: **Nutrição de ruminantes**. Ed. 2, Jaboticabal: FUNEP, p. 565-591, 2011.

NEHME, R. et al., Essential oils in livestock: from health to food quality. **Antioxidants**, v. 10, p. 330, 2021.

NÉVOA, M. L. et al. Antimicrobianos e prebióticos nas dietas de animais não ruminantes. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, v.12, n. 2, abr/jun. p.85-95, 2013.

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

RIGUEIRO, A. L. N. **Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Dracena, 2016.

RIGUEIRO, A. L. N. **Uso de monensina sódica e virginiamicina para reduzir o tempo de adaptação e aumentar o peso de carcaça quente de bovinos nelore confinados.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

RIVAROLI, D. C. **Níveis de óleos essenciais na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento: desempenho características da carcaça e qualidade da carne.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

RIVERA, A. R. et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.3 p. 617-624, 2010.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; MAIA, T. L.; CALDEIRA, L. A. Maximização do sistema ruminal. In: 6º Encontro de Zootecnistas no Norte de Minas. Montes Claros. **Anais**. p. 109-134, 2010.

RUSSEL, J. B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. **Journal of Animal Science**, v. 64, p 1519-1525, 1997.

SANTOS, R. L. C. **Avaliação da monensina, da virginiamicina e do óleo funcional na suplementação da dieta de bovinos**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília.2016.

SARTI, L. M. N. **Efeito da suplementação com anticorpos policlonais e/ou monensina sódica sobre a saúde ruminal de bovinos jovens confinados**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SILVA, A. P. DOS S. **Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos essenciais de mamona e caju em bovinos nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

THOMPSON, A. J. et al. Ionophore strategy affects growth performance and carcass characteristics in feedlot steers. **Journal Of Animal Science**, v. 94, n. 12, p. 5341-5349, 2016.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, cap. 6, p. 161-189, 2011.

ZOTTI, C. A. **Uso de monensina e óleos essenciais de mamona e líquido da casca de caju em dietas com elevada proporção de concentrado fornecidas de forma abrupta para bovinos nelore confinados**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.