



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo**

**Karine Ribeiro dos Santos Naves**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Sinop, Mato Grosso  
Outubro de 2022

KARINE RIBEIRO DOS SANTOS NAVES

**Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori  
Kling de Moraes

Sinop, Mato Grosso  
Outubro de 2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

N323a Naves, Karine Ribeiro dos Santos.  
Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo / Karine Ribeiro dos Santos Naves. -- 2022  
xi, 49 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes.  
Co-orientadora: Kamila Andreatta Kling de Moraes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2022.  
Inclui bibliografia.

1. Suplementação. 2. pasto. 3. monensina. 4. óleos funcionais. 5. levedura ativa. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**  
**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: "Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo"**

AUTOR (A): MESTRANDO (A) **Karine Ribeiro dos Santos Naves**

Dissertação defendida e aprovada em **27/20/2022**.

**COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA**

1. Doutor(a) Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes (Presidente Banca / Orientador)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

2. Doutor(a) André Soares de Oliveira (Examinador Interno)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

3. Doutor(a) Kamila Andreatta Kling de Moraes (Examinador Interno)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

4. Doutor(a) Fabiana Lana de Araújo (Examinador Externo)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

5. Doutor(a) Cláudio Vieira de Araújo (Examinador Suplente)

INSTITUIÇÃO: Universidade Federal de Mato Grosso

**SINOP, 27/10/2022.**



Documento assinado eletronicamente por **ANDRE SOARES DE OLIVEIRA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 27/10/2022, às 17:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabiana Lana de Araújo, Usuário Externo**, em 27/10/2022, às 18:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO HENRIQUE BEVITORI KLING DE MORAES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 03/11/2022, às 09:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **KAMILA ANDREATTA KLING DE MORAES, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 03/11/2022, às 09:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufmt.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_externo=0](http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_externo=0), informando o código verificador **5243938** e o código CRC **C670A227**.

# **DEDICATÓRIA**

A Deus, aos meus pais Sueli e Gerson, minha filha Maitê, meu esposo Wagner e a toda  
minha família. Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente à Deus por permitir a realização de mais uma etapa importante na minha vida. Obrigada meu Pai, por toda proteção e força concedida.

À Universidade Federal de Mato Grosso/Campus Sinop, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa e pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao meu orientador Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes pela oportunidade, confiança, disposição e paciência ao longo dessa jornada.

Aos membros da banca de defesa (Prof.<sup>a</sup> Dr. Kamila Andreatta Kling de Moraes, Prof. Dr. André Soares de Oliverira, Prof. Dr. Fabiana Lana de Araújo e Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes) pelas contribuições para melhoria do trabalho.

A Lorryne Oliveira Cunha, minha companheira de experimento, obrigada por nunca soltar minha mão e sempre me apoiar. Estamos juntas sempre!!

A Natasha Bedresdke Petrenko pela disponibilidade em me ajudar, principalmente no laboratório, sem você esta etapa teria sido mais difícil.

Ao Flávio Menezes pelos ensinamentos e ajuda na parte estatística do trabalho.

A todos os colaboradores do NEPI que nos ajudaram durante a realização do experimento e análises no laboratório. Vocês foram fundamentais para esse trabalho acontecer. Sou muito grata a vocês.

A família Socreppa pela disponibilização da área e dos animais para realização do trabalho. Aos amigos Dona Mari e Sr. Ivan por nos receberem tão bem na chácara.

Ao meu esposo Wagner Naves e minha filha Maitê, a minha motivação diária e o meu refúgio. Obrigada por todo amor e carinho!

Aos meus pais, Sueli e Gerson, sempre serei grata por tudo que fizeram e fazem por mim. Sem vocês não seria possível concluir a graduação e agora o mestrado. Obrigada.

A toda minha família e amigos, o apoio de vocês foi fundamental para conseguir finalizar essa etapa.

**A todos o meu MUITO OBRIGADA!**

## **EPÍGRAFE**

“Faça o teu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores, para fazer melhor ainda.” Mário Sergio Cortella

## **BIOGRAFIA**

KARINE RIBEIRO DOS SANTOS NAVES, filha de Gerson Aparecido Soares dos Santos e Sueli Aparecida Ribeiro, nasceu em Juara, Estado de Mato Grosso, em 17 de abril de 1997. Em 2015, ingressou na Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Sinop, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau em 12 de fevereiro de 2020. Em março de 2020, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Sinop, direcionando seus estudos na área de concentração em Zootecnia - Produção e Nutrição de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação em 27 de outubro de 2022.

## RESUMO

NAVES, Karine Ribeiro dos Santos. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, outubro de 2022, 49 f. **Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo**. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes. Coorientadores: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Kamila Andreatta Kling de Moraes e Prof. Dr. André Soares de Oliveira.

Avaliou-se o uso de aditivos em suplemento proteico-energético sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos de corte na fase de recria. Foram utilizados cinco bovinos machos distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5. Os animais foram mantidos sob pastejo contínuo em piquetes individuais de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos consistiam em mistura mineral (0,080 kg/animal.dia), Suplemento proteico-energético (PE) (4,0 kg/animal.dia), PE com monensina sódica (120 mg/animal.dia), PE com óleo funcional (2.500 mg/animal.dia) e PE com levedura ativa (4.000 mg/animal.dia). A suplementação PE aumentou o consumo de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) e matéria orgânica digestível (MOD) em relação a mistura mineral. Não houve efeito do uso dos aditivos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. No entanto, a suplementação PE aumentou a digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e da MOD comparado a mistura mineral. A suplementação PE aumentou as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal e nitrogênio ureico sérico comparado a suplementação mineral. E não houve efeito do uso de aditivos sobre o metabolismo e utilização do nitrogênio. Conclui-se que o uso dos aditivos monensina, óleo funcional e levedura ativa em suplemento proteico-energético não melhora os parâmetros nutricionais de bovinos de corte na fase de recria nas condições deste estudo.

**Palavras-chave:** Suplementação, pasto, monensina, óleos funcionais, levedura ativa

## ABSTRACT

NAVES, Karine Ribeiro dos Santos. Mather Thesis (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, Sinop campus, October 2022, 49 s. Additives in supplements for grazing beef cattle. Advisor: Prof. Dr. Eduardo Henrique Bevitori Kling de Moraes. Co-supervisors: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kamila Andreatta Kling de Moraes e Prof. Dr. André Soares de Oliveira.

The use of additives in protein-energy supplement on consumption, digestibility, and ruminal parameters of beef cattle in the growing phase was evaluated. Five male cattle were distributed in a 5x5 Latin square design. The animals were maintained under continuous grazing in individual paddocks of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The treatments consisted of mineral mixture (0.080 kg/animal.day), protein-energy supplement (PE) (4.0 kg/animal.day), PE with sodium monensin (120 mg/animal.day), PE with functional oil (2,500 mg/animal.day) and PE with active yeast (4,000 mg/animal.day). PE supplementation increased the intake of total dry matter (TDM), crude protein (CP), organic matter (OM), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) and digestible organic matter (DOM) in relation to the mineral mixture. There was no effect of the use of additives on nutrient intake and digestibility. However, PE supplementation increased the digestibility of DM, OM, CP, NDFap and DOM compared to the mineral mixture. PE supplementation increased ruminal ammonia nitrogen and serum urea nitrogen concentrations compared to mineral supplementation. And there was no effect of the use of additives on nitrogen metabolism and utilization. It is concluded that the use of monensin, functional oil and active yeast in a protein-energy supplement does not improve the nutritional parameters of beef cattle in the growing phase under the conditions of this study.

**Keywords:** Supplementation, pasture, monensin, functional oils, active yeast

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Suplementação a pasto .....	3
2.2 Recria.....	4
2.3 Aditivos alimentares.....	6
2.3.1 Monensina sódica.....	6
2.3.2 Óleos funcionais.....	8
2.3.3 Levedura ativa.....	10
<b>3. REFERÊNCIAS</b> .....	14
<b>CAPÍTULO 1: Aditivos moduladores de fermentação ruminal em suplementos para bovinos de corte na fase de recria</b> .....	19
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
2.1 Delineamento experimental, animais e suplementos .....	24
2.2 Procedimentos experimentais e amostragem .....	25
2.3 Análises laboratoriais .....	27
<b>3. RESULTADOS</b> .....	30
3.1 Consumo .....	30
3.2 Digestibilidade .....	30
3.4 Metabolismo e utilização de nitrogênio .....	31
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	35
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	43
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	44

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de bovinos de corte no Brasil é predominantemente em pastagem, sendo que a forragem desempenha papel importante na alimentação dos animais. No período de 1990 a 2021, o uso das áreas de pastagens no Brasil reduziu de 192,2 para 163,1 milhões de hectares (ha) (ABIEC, 2022). No entanto, apesar da redução destas áreas houve aumento da produtividade, de 1,6 @/ha<sup>-1</sup> para 3,9 @/ha<sup>-1</sup> (ABIEC, 2022), como também o aumento expressivo do rebanho bovino e a redução do tempo de abate. Somente 17,19 % dos animais abatidos no ano de 2020 foram terminados em confinamento ratificando a importância da pastagem nos sistemas de produção de bovinos de corte no Brasil (ABIEC, 2022).

O período de seca influencia negativamente a qualidade e quantidade da forragem. Uma vez que, a forragem apresenta menor relação folha: colmo, baixo teor de proteína bruta e alto teor de fibra em detergente neutro. Nesse período, as plantas forrageiras apresentam teores de proteína bruta inferiores a 7% na matéria seca, o que limita a atividade dos microrganismos ruminais, reduzem a digestibilidade da fibra e a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen (Minson, 1990). Dessa forma, a estacionalidade impacta diretamente nos índices produtivos da propriedade sendo necessário o uso aliado de práticas de manejo de pastagem e estratégias nutricionais para melhorar a produtividade animal no sistema.

A suplementação é uma das estratégias utilizadas para suprir as limitações da baixa qualidade nutricional da forragem (Medeiros et al., 2015) por contribuir com o fornecimento de nutrientes adicionais e, conseqüentemente, o aumento do desempenho dos animais. Aliado a suplementação, tem sido comum o uso de aditivos alimentares em dietas de bovinos de corte na busca pela otimização da eficiência de produção a pasto.

Entende-se por aditivos substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente no suplemento, que tenham ou não valor nutritivo, que afetem ou melhorem as características do alimento ou do produto animal (Alves 2017).

A monensina sódica se destaca pelo seu uso na nutrição de ruminantes por ser um dos aditivos antibiótico ionóforo mais estudados e seus resultados são bastante elucidados.

Apesar dos resultados positivos obtidos na produção animal com o uso de ionóforos, há uma preocupação a nível de saúde pública com a utilização de antibióticos na alimentação animal devido a uma possível resistência a antibióticos em bactérias patogênicas humanas (Manero et al. 2006; Parveen et al. 2006). Por esse motivo, em 2006 a União Europeia banuiu o uso de antibióticos como promotores de crescimento na alimentação animal. Dessa forma, existe um esforço para desenvolver pesquisas com aditivos alternativos aos antibióticos (Gois et al. 2016), como os óleos funcionais e as leveduras.

Visando incrementar a produtividade do sistema pecuário, considerando o grande entrave da produção no período seco do ano e a variabilidade de resultados com o uso de aditivos para bovinos de corte em pastejo, verifica-se a necessidade de estudos sobre a temática.

Nesse contexto, hipotetizamos que o uso de aditivos na suplementação proteica-energética melhora os parâmetros nutricionais de bovinos de corte na recria intensiva a pasto, e que óleo funcional ou levedura ativa podem ser utilizados em substituição à monensina sem afetar o desempenho nutricional dos animais.

Nosso objetivo foi avaliar o uso de aditivos em suplemento proteico-energético sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos de corte na fase de recria.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Suplementação a pasto**

No período seco do ano, o desempenho de animais a pasto pode ser comprometido devido ao aumento nas concentrações de carboidratos fibrosos de lenta digestão e redução na concentração de nitrogênio nas forragens (Reis et al. 2013). A baixa disponibilidade de proteína da forragem nesse período, é considerado o principal limitador do desempenho animal. De acordo com Minson (1990), níveis abaixo de 7% de proteína bruta na dieta limitam a atividade dos microrganismos ruminais e prejudicam a taxa de digestão da fibra, o que ocasiona na redução do consumo de forragem pelo efeito de enchimento do rúmen com a taxa de passagem da digesta mais lenta.

Quando se visa aumentar o desempenho de animais em pastejo, é necessário implementar estratégias de suplementação. Nesse sentido, a suplementação por meio do fornecimento dos nutrientes faltantes (Paulino et al. 2006) pode proporcionar maior ganho de peso, sabendo que com ela podemos incrementar compostos nitrogenados no ambiente ruminal e com isso, favorecer a atividade dos microrganismos e propiciar melhor aproveitamento da fração fibrosa do alimento.

A suplementação afeta diretamente o consumo de forragem, e de acordo com Moore (1980) ocorrem efeitos associativos entre o consumo de forragem e o consumo de suplemento, sendo eles: o efeito aditivo, o efeito combinado e o efeito substitutivo. No efeito aditivo, o consumo de matéria seca total aumenta ao mesmo nível de fornecimento do suplemento e o consumo de forragem permanece constante. No efeito combinado, o consumo de matéria seca total aumenta, porém, o consumo de forragem sofre redução. E no efeito substitutivo, o consumo de matéria seca total permanece

constante, no entanto, o consumo de forragem diminui à medida que se aumenta o consumo de suplemento.

A suplementação a pasto varia de acordo com os níveis de consumo de suplemento e, o uso de níveis elevados tem como estratégia a intensificação da produção animal, principalmente na fase de recria. Essa intensificação não visa somente a melhoraria do desempenho individual dos animais nas diferentes épocas do ano, mas também, o aumento na produtividade por área oriunda do aumento na taxa de lotação pelo ajuste necessário no número de animais pela redução no consumo de forragem.

A suplementação possibilita maiores ganhos e terminação dos animais em um curto período, reduzindo o ciclo de produção. Nesse sistema, pastos com maior digestibilidade contribuem para aumento no consumo de matéria seca e, como consequência, o aumento no ganho de peso.

## 2.2 Recria

O objetivo da fase de recria é desenvolver o animal, para que ele expresse ao máximo seu potencial genético e tenha maior ganho de peso em menor tempo com as condições necessárias.

A recria de bovinos engloba o período de desmama, 7 a 8 meses de idade até o momento que o animal entra no período de terminação, com aproximadamente 24 meses (Pinto e Millen 2019). Nessa fase, os animais são mais eficientes pelo menor requerimento de manutenção e pelo maior ganho em crescimento de massa muscular (BR-CORTE 2016).

Intensificar a produção de bovinos a pasto é uma estratégia importante para aumentar a produtividade do sistema. Ao utilizar sistemas intensivos é possível abater animais mais jovens (Reis et al. 2011), com a adequação de planos nutricionais para

fornecer suplementação concentrada até mesmo antes da desmama sendo possível preparar os animais para entrar na fase de recria.

No entanto, a fase de recria é considerada um dos principais gargalos da produção de bovinos por constituir a maior parte do ciclo de produção e ter baixo nível tecnológico (Resende e Siqueira 2011). Geralmente, a recria é negligenciada pelos produtores, principalmente, para o produtor de ciclo completo, a qual é considerada uma fase sem retorno financeiro. Porém, na curva de crescimento proposta por Batt (1980) nota-se a importância da recria para se ter um sistema de produção eficiente e conseguir abater animais mais jovens.

A criação a pasto de forma convencional pode não atender as exigências nutricionais dos animais. E um dos fatores é a estacionalidade da produção forrageira, que afeta diretamente a curva de crescimento dos animais no período seco do ano e dificulta a manutenção e o ganho de peso corporal.

Na recria de bovinos de corte, o uso de estratégias nutricionais, visa reduzir o tempo de permanência dos animais nos sistemas de produção e viabiliza o desenvolvimento animal para atingir o peso de terminação (Santos 2015). Ao intensificar a produção na fase de recria é possível fazer uma pecuária de ciclo curto, com abate de animais até 24 meses de idade.

O uso da suplementação para bovinos permite fornecer nutrientes que possivelmente estarão em déficit na forragem e explorar ao máximo o ganho de peso na fase em que o animal apresenta melhor eficiência alimentar (Roth et al. 2017; Sampaio et al. 2017; Poppi et al. 2018). Dessa forma, adotar medidas de intensificação na recria é interessante por ser a fase de maior eficiência alimentar, o que permite máximo desempenho individual e por área. Ao suplementar é possível intensificar o ganho de

peso, reduzir o ciclo de produção e melhorar a qualidade da carcaça (Andrade et al. 2014; Roth et al. 2017; Sampaio et al. 2017).

### 2.3 Aditivos alimentares

Os aditivos utilizados na alimentação animal são classificados de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) na Instrução Normativa Nº.13 de 2004, como tecnológicos: sendo os conservantes, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, reguladores da acidez, antifúngicos e adsorventes; Sensoriais: são responsáveis por melhorar ou modificar as propriedades organolépticas ou as características visuais como corantes, palatabilizantes e flavorizantes; Nutricionais: referindo-se a toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto como as vitaminas, microminerais, aminoácidos e ureia; e os Zootécnicos: sendo qualquer implemento utilizado no favorecimento do desempenho animal, como enzimas, equilibradores da flora intestinal (probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos e nutracêuticos) e promotores de crescimento e/ou eficiência alimentar.

#### 2.3.1 Monensina sódica

A monensina sódica é um aditivo antibiótico ionóforo produzido pela bactéria *Streptomyces cinnamonensis*, seus efeitos são bastante elucidados por ser um dos aditivos mais comumente estudado na nutrição de ruminantes (Costa et al. 2018). Nos EUA, a monensina sódica tem sido utilizada para bovinos sob pastejo desde 1978 (Costa et al 2018).

As bactérias são classificadas em gram-negativas e gram-positivas. Os aditivos ionóforos exercem pouca ou nenhuma atividade contra bactérias gram-negativas, devido essas bactérias possuírem uma camada externa na membrana celular que impede a sua passagem (Russel e Strobel 1989). A passagem é impedida pela presença de porinas

(canais de proteínas) com tamanho máximo de 600 daltons e grande parte dos ionóforos são maiores, o que impede a sua passagem através desses canais de proteínas na membrana externa das bactérias gram-negativas (Nagajara et al. 1997). Já as bactérias gram-positivas sofrem ação dos ionóforos por não possuírem a camada externa, assim, esses aditivos podem penetrar livremente na membrana celular.

O mecanismo de ação da monensina sódica está relacionado ao fluxo de cátions através da membrana celular. Quando esse aditivo entra em contato com a membrana celular ocorre um antiporte de sódio/potássio, e há a saída de potássio e entrada de H<sup>+</sup> para o interior da célula, o que ocasiona a queda do pH no meio intracelular. Como resposta a queda do pH, a célula exporta H<sup>+</sup> para o meio externo e há entrada de sódio por meio das bombas de sódio/potássio e de próton ATPase (Russell 1987). A célula tenta manter sua osmolaridade por meio do mecanismo da bomba sódio/potássio, no entanto, utiliza sua energia e reduz o metabolismo energético interno para sobreviver até deprimir suas reservas de ATP levando a célula ao estado de letargia ou até a morte (Russell e Strobel 1989). Dessa forma, a monensina sódica favorece o crescimento das bactérias gram-negativas e inibe as bactérias gram-positivas (Rangel et al. 2008).

As bactérias gram-positivas têm como produtos da fermentação ruminal a maior produção de amônia, lactato, ácido acético e butírico, dióxido de carbono e metano. E as bactérias gram-negativas são responsáveis pela maior produção de ácido propiônico e pelo consumo de lactato (Gomes 2009). Dessa forma, o uso de monensina sódica provoca um incremento nos produtos da fermentação ruminal devido a maior participação de bactérias gram-negativas, assim, há maior proporção de propionato e redução de acetato e butirato (Leite 2007). Portanto, a ação desses aditivos está na alteração da microbiota ruminal e, que levam, a uma mudança na resposta animal como alterações positivas no metabolismo energético e proteico.

No metabolismo dos animais há perdas de energia metabolizável em torno de 12% na forma de metano. Entretanto, os ionóforos como a monensina sódica podem contribuir consideravelmente para redução dessas perdas entre 20 e 40% (Patino et al. 2012) e, assim, melhorar a eficiência alimentar dos animais.

Estudos demonstraram que a monensina sódica pode melhorar a eficiência energética de bovinos por aumentar a produção de ácido propiônico e reduzir a produção de metano (Erasmus et al. 2008; Neumann et al. 2018). Goes (2004) observou que o uso de 200 mg/dia de monensina sódica para bovinos em pastejo resultou em excelente resposta no desempenho dos animais, por melhorar a eficiência alimentar em dietas ricas em fibras. No entanto, Mano et al. (2017) relataram que os níveis de 100 a 200 mg/animal<sup>-1</sup> para bovinos suplementados a pasto podem resultar em queda no ganho de peso dos animais e piorar a conversão alimentar.

Maciel et al. (2019) ao avaliarem o uso de monensina sódica, virginiamicina e a associação dos dois aditivos em suplemento para bovinos de corte em pastejo, observaram que o consumo de matéria seca total, o ganho médio diário e a eficiência alimentar não diferiram entre os tratamentos. No entanto, a monensina sódica apresentou menor custo com a suplementação (6,6%) devido à redução na ingestão de matéria seca (45,7%) sem alterar o ganho médio diário dos animais.

### 2.3.2 Óleos funcionais

Os óleos funcionais são definidos como aqueles que possuem atividade além do seu conteúdo energético, como a atividade antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória. No entanto, seus efeitos variam de acordo com cada tipo de óleo (Silva et al. 2014). São componentes voláteis presentes nos órgãos vegetais e desempenham função de defesa para sobrevivência da planta (Dendena et al. 2016).

Os óleos funcionais apresentam natureza hidrofóbica e alta afinidade com lipídeos, assim, interagem com as membranas celulares e se acumulam na bicamada lipídica das bactérias. Essa interação causa desestabilidade da estrutura da membrana, o que provoca o vazamento intracelular e redução do gradiente iônico transmembrana (Calsamiglia et al. 2007b). Dessa forma, as bactérias utilizam bombas de íons para realizar o transporte por meio da membrana com o intuito de neutralizar a desestruturação da membrana. Entretanto, há um gasto de energia excessivo nesse processo o que ocasiona redução no crescimento bacteriano e resulta em alterações na proporção de bactérias no rúmen (Griffin et al. 1999).

As bactérias gram-positivas são consideradas mais suscetíveis ao óleo funcional, devido a presença de uma membrana externa ao redor da parede celular das gram-negativas que atua como uma barreira e limita o contato de compostos hidrofóbicos (Burt 2004). Portanto, o óleo funcional pode inibir o crescimento de bactérias metanogênicas, bactérias produtoras de amônia e, conseqüentemente, contribuem para melhorar a eficiência de digestão e colonização dos alimentos pelas bactérias e protozoários (Oliveira et al. 2019).

Vários estudos demonstram a contribuição do óleo funcional na manipulação da fermentação ruminal, mitigação da emissão de metano e maior proporção de propionato ruminal (Busquet et al. 2006; Castillejos et al. 2006; Wallace 2004; Macheboeuf et al. 2008).

Estudos indicam que esses aditivos alteraram o perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen ocasionando na redução da relação acetato: propionato, no entanto, sem diminuir sua produção total (Busquet et al. 2005; Calsamiglia et al. 2007a; Khorrami et al. 2015).

O óleo funcional extraído da castanha de caju e da mamona são utilizados em combinação e apresentam ação comprovada sobre a atividade microbiana. O óleo da castanha de caju é extraído por processo térmico-mecânico e os seus componentes são o ácido anacárdico (propriedade antibiótica), o cardanol e cardol. Já o óleo de mamona pode ser extraído por prensas hidráulicas ou contínua e por solventes orgânicos (Silva 2014). O principal componente do óleo de mamona é o ácido ricinoleico (ação antimicrobiano) (Marsiglio 2012).

De acordo com Watanabe et al. (2010), o óleo funcional da casca da castanha de caju reduziu a produção de metano e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal, o que favoreceu a eficiência de utilização de energia e proteína pelos animais ruminantes. Esse óleo possui atividades antimicrobianas e antioxidantes (Kubo et al. 1993; Kubo et al. 2006), devido a presença dos compostos fenólicos, ácido anacárdico, cardol e cardanol (Watanabe et al. 2010). A presença dos compostos fenólicos classifica os óleos funcionais em um importante aditivo para modular a fermentação ruminal, tendo em vista, a composição natural que eleva sua contribuição para a condição de proibição dos aditivos antibióticos.

Mano et al. (2017), ao avaliarem a adição de 2 e 4 g/animal.dia de óleo de caju e mamona no suplemento proteico energético de novilhas em pastejo observaram que os resultados para consumo e ganho médio diário não diferiram dos animais não suplementados e dos animais que receberam a monensina sódica.

### 2.3.3 Levedura ativa

Ainda na busca por aditivos alternativos aos antibióticos, a levedura ativa é um aditivo probiótico também utilizado na nutrição de bovinos de corte.

As leveduras são fungos unicelulares, a espécie *Saccharomyces cerevisiae*, é comumente utilizada em processos produtivos para gerar produtos como a cerveja, o

vinho, o pão e o álcool. Inicialmente, o uso de levedura foi empregado como fonte de proteína na nutrição de monogástricos. Para ruminantes, começou a ser utilizada em 1924 como fonte de vitaminas do complexo B e minerais para bovinos de leite.

A utilização de leveduras como promotores de crescimento para bovinos de corte começou a partir de questionamentos quanto aos efeitos dos aditivos antibióticos na saúde humana. A espécie *Saccharomyces cerevisiae* é a mais utilizada como aditivo alimentar na alimentação animal, possuem aprovação da União Europeia por serem consideradas um aditivo seguro para a alimentação animal e saúde humana (França & Rigo 2011).

Sartori et al. (2017) observaram em revisão e meta-análise que o fornecimento de *Saccharomyces cerevisiae* na dieta de bovinos de corte foi responsável pela redução no consumo de matéria seca sem afetar o ganho de peso de animais em pastejo. Os autores explicam essa redução pelo estímulo que as leveduras realizam sobre o número de bactérias ruminais e que resulta em maior consumo de energia com menor ingestão de matéria seca.

As leveduras proporcionam aumento da taxa inicial da digestão da matéria seca, estabilização do pH ruminal, redução do potencial redox do rúmen e mudança na população microbiana. Nessa mudança, há o aumento das bactérias anaeróbias, celulolíticas, proteolíticas e as utilizadoras de ácido lático (Sartori et al. 2017).

O conteúdo ruminal é anaeróbio, no entanto, há a entrada de oxigênio através dos alimentos e da saliva. O oxigênio é tóxico às bactérias anaeróbias, o que ocasiona redução na adesão das bactérias celulolíticas à celulose. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresenta afinidade por oxigênio e melhoram as condições do rúmen (Nicodemo 2001).

Entre os efeitos da levedura ativa, observa-se a redução na concentração de amônia e maior número de microrganismos, o que pode induzir em aumento da síntese e eficiência microbiana e, maior fluxo de aminoácidos para o intestino (Erasmus et al. 1992). A figura abaixo adaptada de Wallace et al. (1994) exemplifica o papel das leveduras no ambiente ruminal (Figura 1).

No entanto, seus efeitos sobre o metabolismo de nitrogênio no rúmen não são claros na literatura. As leveduras contribuem para redução das concentrações de lactato por causa dos seus nutrientes (ácido málico e outros ácidos dicarboxílicos) que estimulam o crescimento das bactérias fermentadoras de lactato (Pinloche et al. 2013). Dessa forma, tornam o ambiente ruminal mais estável às bactérias celulolíticas e melhoram a degradação da fibra.

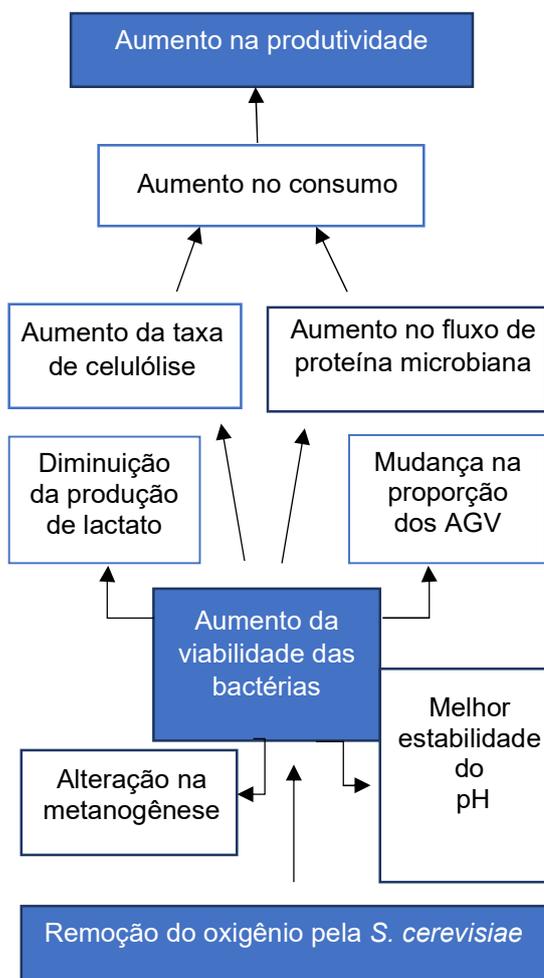


Figura 1. Esquema da ação das leveduras. Adaptado de Wallace (1994)

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* não ocorre naturalmente no rúmen e, necessita de condições ótimas para o seu desenvolvimento como pH 4,5. Portanto, as culturas de levedura utilizadas na nutrição de ruminantes possuem dificuldade em sobreviver no ambiente ruminal pois apresentam redução no número de células viáveis no fluido ruminal 30 horas após a interrupção do seu fornecimento sendo necessária a suplementação contínua (Chaucheyras-Durand et al. 2008).

Desnoyers et al. (2009) em um estudo de meta-análise avaliando a fermentação ruminal com o uso de levedura, concluíram que os resultados são variáveis em diversos experimentos. No entanto, observaram na maioria dos estudos o aumento do pH ruminal, tendência na redução de ácido lático no rúmen, aumento no consumo de matéria seca e na digestibilidade da matéria orgânica.

Os efeitos da levedura ativa dependem da cepa utilizada devido a capacidade individual que cada cepa possui em modular o metabolismo ruminal, da dose pela quantidade de levedura fornecida e da composição da dieta por ocorrer interações entre os microrganismos e os produtos da fermentação ruminal, por isso, existem tantos resultados variáveis (Sartori et al. 2017).

### 3. REFERÊNCIAS

- Alves MGM (2017) Aditivos melhoradores de desempenho na alimentação de poedeiras comerciais. *Revista Nutritime* 13, 04.
- Andrade EN, Polizel Neto A, Roça RO, Faria MH, Resende FD, Siqueira GR, Pinheiro RSB (2014) Beef quality of young Angus x Nellore cattle supplemented with rumenprotected lipids during rearing and fattening periods. *Meat Sci* 98:591-598.
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (2022) Perfil da Pecuária no Brasil, Relatório Anual [Online] Disponível em <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/> (Acesso em 02 de junho de 2022).
- Batt RAL *Studies in Biology* n. 116, 1980. Influences on Animal Growth and Development. Camelot Press, London.
- Brasil (2004). Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Portaria nº 13, de 30 de novembro de 2004. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. Brasília.
- BR-CORTE (2016) Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 3ed. Viçosa: UFV/ DZO. 142p.
- Burt S (2004) Essential oils: Their antibacterial properties and potential applicants in foods a review. *International Journal of Food Microbiology* 94, 223-253.
- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Cardozo P, Kamel C (2005) Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in flow continuous culture. *Journal of Dairy Science* 88, 2508-2516.
- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C (2006) Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science* 89, 761–771.
- Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo PW, Castillejos L, Ferret A (2007b) Invited Review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science* 90, 2580-2595.
- Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo PW, Castillejos L, Ferret A, Fandino I (2007a) The use of essential oils in ruminants as modifiers of rumen microbial fermentation. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*, p. 87-100.
- Castillejos S, Calsamiglia A, Ferret A (2006) Effect of essential oils active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems *Journal. Dairy Science* 89, 2649-2658.
- Chaucheyras-Durand F, Walker ND, Bach A (2008) Effects of active dry yeast on the rumen microbial ecosystem: past, present and future. *Animal Feed Science and Technology* 145, 5-26.
- Costa LFX, Oliveira ILDS, Rodrigues LGS, Resende VCS, Costa RX (2018) Viabilidade da utilização da monensina sódica na alimentação de ruminantes: revisão de literatura. *Nutritime Revista Eletrônica*, 15.

- Dendena MW, Oliveira RR, Cella OS (2016) Efeito de óleos funcionais e algas no desempenho de suínos em terminação. *Scientific Electronic Archives* 9, 47-52. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/doi/23169281/2016/00000009/00000002/art00007>>. Acesso em: 30 de ago. 2018.
- Desnoyers M, giger-reverdin S, Bertin G, Duvaux-Ponter C, Sauvant D (2009) Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science* 92, 1620-1632.
- Erasmus LJ, Muya C, Erasmus S, Coertze R.F, Catton DG (2008) Effect of virginiamycin and monensin supplementation on performance of multiparous Holstein cows. *Livest. Science* 119,107-115.
- França RA e Rigo, EJ (2011) Utilização de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*) na nutrição de ruminantes–Uma revisão. *Cadernos de Pós-Graduação da FAZU*, 2.
- Goes, RHTB (2004) Aditivos de alimento para bovinos suplementados a pasto. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, 43, 34-45.
- Gois FD, Cantarelli VS, Costa LCB, Fontana R, Allaman IB., Sbardella M, Carvalho Júnior F, Costa LB (2016) Effects of Brazilian red pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi) essential oil on performance, diarrhea and gut health of weanling pigs. *Livestock Science* 183, 24–27.
- Gomes CT (2009) Aditivos (monensina sódica, levedura e probióticos) para bovinos da raça Nelore terminados com rações com concentrado rico em co-produtos. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Griffin SG, Wyllie SG, Markham JL, Leach DN (1999) The role of structure and molecular properties of terpenoids in determining their antimicrobial activity. *Flavour and Fragrance Journal* 14, 322-332.
- Khorrami B, Vakili AR, Mesgaran MD, Klevenhusen F (2015) Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. *Animal Feed Science and Technology* 200, 8-16.
- Kubo I, Masuoka N, HA TJ (2006) Antioxidant activity of anacardic acids. *Food Chemistry* 99, 555-562.
- Kubo I, Ochi M, Vieira PC (1993) Antitumor agents from the cashew (*Anacardium occidentale*) apple juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 6, 1012-1015.
- Leite RF (2007) Ionóforos na digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos Monografia (Graduação em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: [http://www.nucleoestudo.ufla.br/gao/publicacoes/public\\_001.pdf](http://www.nucleoestudo.ufla.br/gao/publicacoes/public_001.pdf)
- Macheboeuf D, Morgavi DP, Papon Y (2008) Mousset, J. L., Arturo-Schaan, M. Dose–response effects of essential oils on in vitro fermentation activity of the rumen microbial population. *Animal Feed Science Technology*. 145, 335-350.

- Maciel IC, Saturnino HM, Barbosa FA, Malacco VMR., Andrade Junior JMC, Maia filho, GHB, Costa PM (2019) Virginiamycin and sodium monensin supplementation for beef cattle on pasture. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 71, 1999-2008.
- Manero A, Xavier V, Cerdá-Cuéllar M, Blanch AR (2006) Vancomycin- and erythromycin-resistant enterococci in a pig farm and its environment. *Environm. Microbiol.* 8, 667–674.
- Mano DS, Branco AF, Coneglian, SM., Barreto JC, Carvalho ST, Oliveira MVM, Goes, RHTB (2017) Monensina sódica e óleo funcional como aditivo em suplemento proteico-energético para novilhas em pastejo. *Boletim Industria Animal, Nova Odessa* 74, 96-104, 2017.
- Marsiglio BN (2012) Óleos funcionais em dieta alto grão para Ovinos e efeitos sobre a digestibilidade dos Nutrientes, desempenho, características da Carcaça e do músculo Longissimus dorsi. Departamento de Zootecnia, 2012. Disponível em: <<http://www.ppz.uem.br/trabalhos-de-conclusao/dissertacoes/2012/bruna-nunesmarsiglio>>. Acesso em: 16 de out. 2018.
- Medeiros OAM, Amaral AG, Pereira KA, Campos JC, Taveira RZ (2015) Uso de aditivos na bovinocultura de corte. Requisitos na qualidade na bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, 15, 297-324.
- Minson DJ (1990) Forage in ruminant nutrition. New York: Academic Press, 483.
- Moore JE (1980) Forage Crops In: HOVELAND, C.S. (ed.). *Crop Quality, Storage, and Utilization*. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin.
- Moraes EHBK, Moraes KAK, Oliveira AS, Hoffmann A, Simioni TA, Mousquer CJ, Paula DC, Socreppa LM, Botini LA, Alonso MP (2013) Sistemas intensivos de produção de carne bovina com uso de suplementos múltiplos. II Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte 38.
- Nagaraja TG, Newbold CJ, Van Nevel CJ, Meyer DI (1997) Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. *The rumen microbial ecosystem*. London: Blackie Academic and professional, 523-632.
- Neumann M, Ueno RK, Junior JCH (2018) Growth performance and safety of meat from cattle feedlot finished with monensin in the ration. *Semina Ciência Agrárias* 39, 697-710.
- Nicodemo MLF (2001) Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. Embrapa Gado de Corte. Documentos Embrapa Gado de corte, Campo Grande.
- Parveen S, Lukasik J, Scott TM, Tamplin ML, Portier KM, Sheperd S, Braun K, Farrah SR (2006) Geographical variation in antibiotic resistance profiles of E. coli isolated from swine poultry beef and dairy cattle farm water retention ponds in Florida. *J. Appl. Microbiol* 100, 50–57.
- Patino HO, Escobar LF, Chávez LF, Bayer C, Del Ré D (2012). Alternativas de Manejo para Mitigar as Emissões de Metano em Ruminantes. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/agronomia/materiais/7578360001.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2022.

- Paulino MF, Detmann E, Valadares Filho SC (2006) Suplementação animal em pastejo: energética ou proteica? In: Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, Anais... Viçosa: UFV/DZO 3, 359-392.
- Pinloche E, Mcewan N, Marden JP, Bayourthe C, Auclair E, Newbold CJ (2013) The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. *Plos One* 8.
- Pinto ACJ, Millen DD (2019) Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: The 2016 Brazilian survey. *Journal Animal Science* 99, 392-407.
- Poppi DP, Quigley SP, Correa TA, McLennan SR (2018) Challenges of beef cattle production from tropical pastures. *Revista Brasileira de Zootecnia*.
- Rangel AHN, Leonel FP, Simplicio AA, Mendonça Júnior AG (2008) Utilização de ionóforos na produção de ruminantes. *Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande*.
- Reis RA, OLIVEIRA AD, Siqueira GR, Gatto E (2011) Semiconfinamento para produção intensiva de bovinos de corte. SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, Anais... Cuiabá, 195-224.
- Reis RA, Ruggieri AC, Oliveira AA, *et al.* (2013) *Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros*. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel 714p.
- Resende FD, Siqueira GR (2011) Estratégias de suplementação de bovinos de corte recriados em pastagens durante o período das águas. *Pesquisa e Tecnologia* 8:2.
- Roth MTP, Resende FD, Oliveira IM, Fernandes RM, Custódio L, Siqueira GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nelore cattle? *Livestock Science* 204, 122–128
- Russell JB (1987) A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. *Journal of Animal Science, Champaign* 64, 1519- 1525.
- Russell JB, Strobel HJ (1989) Effects of ionophores on ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol* 55, 01-06.
- Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Pazdiora RD, Siqueira GR (2017) The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. *Tropical Animal Health Production* 49, 1015-1024.
- Santos OO (2015) Novilhas Nelore suplementadas em pastos de capim Marandu adubados com nitrogênio. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB. 78p. Itapetinga – BA.
- Sartori ED, Canozzi MEA, Zago D, Prates ER, Velho JP, Barcellos JOJ (2017) The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science* 9, 1916-9752.

- Silva APS (2014) Efeito da monensina, da virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelore submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Wallace RJ (1994) Ruminal microbiology, biotechnology, and ruminant nutrition: progress and problems. *Journal Animal Science* 72, 2982-3010.
- Wallace RJ (2004) Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *The Proceedings of the Nutrition Society* 63, 621–629.
- Watanabe Y, Suzuki R., Koike S, Nagashima K, Mochizuki M, Forster R.J, Kobayashi Y (2010) In vitro evaluation of cashew nutshell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. *Journal of Dairy Science* 93, 5258–5267.

## **CAPÍTULO 1: Aditivos em suplementos para bovinos de corte em pastejo**

### **RESUMO**

Avaliou-se o uso de aditivos em suplemento proteico-energético sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos de corte na fase de recria. Foram utilizados cinco bovinos machos distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5. Os animais foram mantidos sob pastejo contínuo em piquetes individuais de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos consistiam em mistura mineral (0,080 kg/animal.dia), Suplemento proteico-energético (PE) (4,0 kg/animal.dia), PE com monensina sódica (120 mg/animal.dia), PE com óleo funcional (2.500 mg/animal.dia) e PE com levedura ativa (4.000 mg/animal.dia). A suplementação PE aumentou o consumo de matéria seca total (MST), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) e matéria orgânica digestível (MOD) em relação a mistura mineral. Não houve efeito do uso dos aditivos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. No entanto, a suplementação PE aumentou a digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp e da MOD comparado a mistura mineral. A suplementação PE aumentou as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal e nitrogênio ureico sérico comparado a suplementação mineral. E não houve efeito do uso de aditivos sobre o metabolismo e utilização do nitrogênio. Conclui-se que o uso dos aditivos monensina, óleo funcional e levedura ativa em suplemento proteico-energético não melhora os parâmetros nutricionais de bovinos de corte na fase de recria nas condições deste estudo.

**Palavras-chave:** Suplementação, pasto, monensina, óleos funcionais, levedura ativa

## ABSTRACT

The use of additives in protein-energy supplement on consumption, digestibility, and ruminal parameters of beef cattle in the growing phase was evaluated. Five male cattle were distributed in a 5x5 Latin square design. The animals were maintained under continuous grazing in individual paddocks of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The treatments consisted of mineral mixture (0.080 kg/animal.day), protein-energy supplement (PE) (4.0 kg/animal.day), PE with sodium monensin (120 mg/animal.day), PE with functional oil (2,500 mg/animal.day) and PE with active yeast (4,000 mg/animal.day). PE supplementation increased the intake of total dry matter (TDM), crude protein (CP), organic matter (OM), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDFap) and digestible organic matter (DOM) in relation to the mineral mixture. There was no effect of the use of additives on nutrient intake and digestibility. However, PE supplementation increased the digestibility of DM, OM, CP, NDFap and DOM compared to the mineral mixture. PE supplementation increased ruminal ammonia nitrogen and serum urea nitrogen concentrations compared to mineral supplementation. And there was no effect of the use of additives on nitrogen metabolism and utilization. It is concluded that the use of monensin, functional oil and active yeast in a protein-energy supplement does not improve the nutritional parameters of beef cattle in the growing phase under the conditions of this study.

**Keywords:** Supplementation, pasture, monensin, functional oils, active yeast

## 1. INTRODUÇÃO

Com a abertura de mercado devido a globalização e a exigência por maior eficiência em produzir carne de qualidade, são necessários investimentos que gerem tecnologias aplicáveis e que resultem em incrementos na produção animal a pasto.

Para ter um sistema de produção eficiente faz-se necessário a busca do suprimento dos nutrientes limitantes do pasto através da suplementação para propiciar crescimento contínuo dos animais em recria no período seco do ano. Com a suplementação é possível melhorar a qualidade da carcaça, reduzir o ciclo de produção e utilizar os recursos naturais de forma mais sustentável.

Dentre as tecnologias existentes, o uso da suplementação proteico-energético tem sido uma alternativa eficaz para manutenção de índices elevados de eficiência na produtividade de bovinos de corte criados a pasto. A adoção de maiores níveis de suplementação são utilizados com o intuito de intensificar a produção a pasto, com essa estratégia é possível observar aumento no desempenho individual dos animais e na produtividade por área.

Um sistema de produção a pasto é dito otimizado quando este se baseia na máxima exploração possível do efeito interativo positivo e/ou na minimização do efeito negativo entre recursos basais e suplementares (Detmann et al. 2010). Neste sentido, uma alternativa em evidência entre os pesquisadores e nutricionistas tem sido a utilização de aditivos na suplementação de bovinos de corte.

Os aditivos são comumente utilizados na alimentação de ruminantes, com o objetivo de melhorar a eficiência alimentar e, conseqüentemente, o desempenho dos animais (Hungate 1966). A monensina sódica é um aditivo antibiótico ionóforo mais comumente utilizado na nutrição de ruminantes (Mouro et al. 2006), ela é responsável

por alterações na microbiota ruminal como aumento da produção de propionato, manutenção da fermentação e pH ruminal (González et al. 2012).

No entanto, apoiada no princípio de saúde pública e precaução a União Europeia banuiu em 2006 o uso de antibióticos como promotores de crescimento na nutrição animal sendo os ionóforos incluídos nesta lista. Segundo Mathew et al. (2001) apesar dos resultados positivos obtidos com o uso de ionóforos na produção animal, a resistência antimicrobiana em humanos tem sido relacionada aos antibióticos presentes na alimentação animal em geral e da maior probabilidade do aparecimento de resistência bacteriana aos antibióticos utilizados na saúde humana (JOUE, 2003). Dessa forma, busca-se opções de aditivos naturais para substituir os antibióticos dentre eles podem ser destacados o óleo funcional e a levedura ativa.

Os óleos funcionais são extratos de plantas e podem inibir o crescimento de bactérias metanogênicas, bactérias produtoras de amônia e, conseqüentemente, contribuem para melhorar a eficiência de digestão e colonização dos alimentos pelas bactérias e protozoários (Oliveira et al. 2019).

A levedura ativa é um aditivo probiótico e entre seus efeitos observa-se a redução na concentração de amônia e maior número de microrganismos, o que pode induzir em aumento da síntese e eficiência microbiana e, maior fluxo de aminoácidos para o intestino (Erasmus et al. 1992). No entanto, seus efeitos sobre o metabolismo de nitrogênio no rúmen não são claros na literatura.

A adição aleatória de aditivos como recursos suplementares sem consideração em situações específicas e tendo como alvo o substrato pode implicar em resultados insatisfatórios. Embora muito progresso tenha sido feito no avanço em tecnologia de aditivos para bovinos de corte, ainda são necessárias pesquisas que visem reduzir a

variabilidade da resposta, principalmente em condições de pastejo onde o conhecimento dos efeitos dos aditivos sobre os parâmetros nutricionais ainda é incipiente.

Nesse contexto, hipotetizamos que o uso de aditivos na suplementação proteica-energética melhora os parâmetros nutricionais de bovinos de corte na recria intensiva a pasto. E não há diferença entre o uso dos aditivos monensina, óleo funcional e levedura ativa.

Nosso objetivo foi avaliar o uso de aditivos em suplemento proteico-energético sobre o consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos de corte na fase de recria.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pela Comissão de Ética no uso de Animais- CEUA da Universidade Federal de Mato Grosso (Nº do processo 23108.920449/2018-21).

O experimento foi conduzido na chácara Paraíso Silvestre no município de Sinop, Mato Grosso, Brasil (11° 55' 17" S e 55° 27' 29" W), no período de seca, de 04 de junho a 17 de setembro de 2020. As análises foram conduzidas no Laboratório do Núcleo de Estudos em Pecuária Intensiva (NEPI) na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Universitário de Sinop.

### 2.1 Delineamento experimental, animais e suplementos

Foram utilizados cinco bovinos machos não castrados da raça Nelore com peso corporal médio inicial de  $355 \pm 30$  kg, distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5, com cinco períodos experimentais e cinco tratamentos. Os animais foram mantidos sob pastejo contínuo em piquetes individuais de *Urochloa brizantha* cv. Marandu de 0,5 hectares, providos de bebedouro e comedouro individuais. Os bovinos foram pesados e distribuídos aleatoriamente nos piquetes no início de cada período experimental. Para minimizar possíveis efeitos dos piquetes sobre os tratamentos, os animais foram submetidos a um rodízio entre os cinco piquetes a cada período experimental.

Os tratamentos consistiam na mistura mineral (MM) (0,080 kg/animal.dia), Suplemento proteico-energético (SPE) (4,0 kg/animal.dia) (Tabela 1 e 2), o SPE com monensina sódica Rumensin™ (Elanco Brasil) na dose de 120 mg/animal<sup>-1</sup>, o SPE com óleo funcional Essential® (Oligo Basics Agroind. Ltda., Brasil) na dose de 2.500 mg/animal<sup>-1</sup> e o SPE com levedura ativa Milk-Sacc X (Alltech®) na dose de 4.000 mg/animal<sup>-1</sup>).

Os suplementos foram formulados para serem iso-nitrogenados, contendo 20% de PB, ofertados diariamente às 10:00h. Os aditivos foram adicionados diretamente ao cocho (topdress) e as doses utilizadas foram baseadas na recomendação dos fabricantes.

Tabela 1. Composição química dos alimentos (%MS)

Item	Farelo de				
	Soja	Milho	Ureia	MM	Pasto
Matéria seca (%MS)	89,59	88,2	100	100	68,03
Matéria orgânica	92,72	98,63	0	0	93,49
Matéria mineral	7,28	1,37	0	100	6,51
Proteína bruta	46,82	8,18	280	0	6,19
Proteína insolúvel em detergente neutro	1,82	1,03	0	0	1,28
Fibra em detergente neutro cp	13,18	11,59	0	0	64,97
Fibra em detergente neutro indigestível	0,56	0,78	0	0	30,79

Mistura mineral<sup>1</sup> Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína<sup>2</sup>

Tabela 2. Composição percentual e química do suplemento proteico-energético

Item	SPE
Ingredientes	%MS
Farelo de soja	21,84
Milho	76,66
Ureia	1,5
Mistura mineral	2
<i>Composição química</i>	%MS
Matéria seca	94,45
Matéria orgânica	93,89
Proteína bruta	20,53
Proteína insolúvel em detergente neutro	1,17
Matéria mineral	4,61
Fibra em detergente neutro indigestível	0,70
Fibra em detergente neutro cp <sup>2</sup>	11,53

Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína<sup>2</sup>

## 2.2 Procedimentos experimentais e amostragem

Cada período experimental teve a duração de 21 dias, com 15 dias para a adaptação ao suplemento e seis dias para coleta de amostras. No primeiro dia de cada período experimental coletaram-se amostras de pasto para determinar a composição química e a disponibilidade de matéria seca total. A massa de forragem foi medida cortando-se com tesouras quatro amostras por piquete com auxílio de uma moldura metálica (0.5m x 0.5m, 1 m<sup>2</sup>/piquete/período) a uma altura residual de 5 cm.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (55°C) por 72h, posteriormente foi realizada a matéria seca na estufa de 105° C e o peso seco dessas amostras multiplicado pela área do piquete para estimar a massa de forragem. Os piquetes apresentaram disponibilidade média de forragem de 3.383,33± 967 kg de MS/ha. Para a avaliação da composição química do pasto consumido pelos animais foram utilizadas amostras coletadas por simulação manual de pastejo (Johnson 1978) de todos os piquetes no 16° dia de cada período experimental. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (55°) por 72h, processadas em moinho de facas tipo “Willey”.

A excreção fecal de matéria seca, foi estimada utilizando-se dióxido de titânio (TiO<sup>2</sup>) como indicador externo [EF= TiO<sup>2</sup> fornecido (g)/TiO<sup>2</sup> fecal (g/kg MS fecal)]. O TiO<sup>2</sup> (15g/dia) foi aplicado via sonda esofágica às 9:00h do 11° ao 18° dia de cada período experimental. Foram coletadas quatro amostras de fezes; no 16° dia as 16:00h, no 17° dia as 14:00h, no 18° as 12:00h e no 19° dia as 8:00h; essas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (55°) por 72h e formaram uma amostra para cada animal por período experimental.

No 20° dia as 14:00h de cada período experimental, foram coletadas amostras spot de urina. Alíquotas de 10 mL foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 0.036N, e congeladas (-20°C) para posterior quantificação de creatinina, ureia e derivados de purina (DP). Alíquotas concentradas de urina foram congeladas (-20°C) para determinação de nitrogênio total. No mesmo dia foi realizada a coleta de sangue por punção coccígea utilizando tubos de ensaio contendo gel separador e um acelerador de coagulação (Greiner Bio-One VACUETTE®). As amostras foram centrifugadas (3000 rpm x 15 min) para obtenção do soro e congeladas (-20°C) para determinação do nitrogênio ureico sérico.

As 14:00h do 21º dia foram coletadas amostras de líquido ruminal com o auxílio de sonda ruminal e as amostras foram filtradas em camadas de gaze. O pH e a temperatura do líquido ruminal foram mensurados imediatamente após as coletas por meio de peagâmetro digital. Aliquotas de 50 mL foram misturadas com 1 mL de ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) e congeladas (-20°C) para posterior quantificação da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal.

### 2.3 Análises laboratoriais

As amostras de ingredientes, pasto e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação forçada e posteriormente processadas em moinho de facas tipo “Willey” com peneira de 1 e 2 mm para as análises químicas. As amostras foram analisadas de acordo com os procedimentos analíticos do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT 2012) para: matéria seca (MS) (Métodos INCT-CA G-001/1 e INCT-CA G-003/1), Matéria mineral (MM) (método INCT-CA M-001/1), Proteína bruta (PB) (obtido pela determinação do nitrogênio total pelo método Kjeldahl, método INCT-CA N-001/1), Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) (Método INCT-CA F-002/1), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) (Método INCT-CA N-004/1) e cinzas insolúveis em detergente neutro (CIDN) (Método INCT-CA M-002/1).

Para análise da concentração de FDN, as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestáveis sem uso de sulfito de sódio, corrigidas para o resíduo de cinzas (Mertens 2002) e para o resíduo de compostos nitrogenados (Licitra et al. 1996).

As amostras de fezes, pasto e ingredientes também processadas em 2 mm foram destinadas a avaliação do teor de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) (Valente et al. 2011). A FDNi foi quantificada por procedimento de incubação in situ com sacos de tecido não tecido (TNT) por 288h (Valente et al. 2011), após o período de

incubação, os sacos foram lavados e prosseguiu-se com a análise de FDN (Método INCT-CA F-002/1).

Para determinação da produção fecal, amostras de fezes foram analisadas quanto a concentração de  $TiO_2$  por meio da técnica colorimétrica (Método INCT-CA M-007/1) e sua concentração nas amostras relacionada a dose diária do indicador.

O consumo de matéria seca foi estimado pela quantificação da relação entre a excreção total fecal e a sua fração indigestível, portanto a FDNi foi utilizada como indicador interno, da seguinte forma:

$$CMS = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIFO} + CMSS$$

em que: EF é a excreção fecal (g MS/dia), CIF= concentração de FDNi nas fezes (g/g); IS= FDNi ingerido no suplemento (kg/dia); CIFO= concentração de FDNi na forragem (kg/kg) e CMSS= consumo de MS de suplemento (kg/dia).

O cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente foi realizado pela seguinte fórmula:

$$CD = \frac{[(ingerido - excretado)]}{ingerido} \times 100$$

A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal foi determinada pelo método da reação colorimétrica catalisada por indofenol (Método INCT-CA N-006/1) (Chaney & Marbach 1962). O soro sanguíneo foi analisado quanto ao teor de ureia para obter o nitrogênio ureico sérico por meio de kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda).

As amostras de urina foram analisadas quanto ao teor de creatinina, ácido úrico, e ureia por meio de kits comerciais (Gold Analisa Diagnóstica Ltda). O volume urinário foi estimado a partir do teor de creatinina segundo Chizzotti et al. (2008). O teor de alantoína foi obtido a partir das amostras de urina diluída conforme a metodologia de Chen & Gomes (1992).

A excreção total de derivados de purina (DP, mmol/dia) foi obtida pela soma das excreções urinarias de alantoína e ácido úrico. As purinas absorvidas (PA, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP de acordo com Barbosa et al. (2011):

$$PA = \frac{DP - 0,301 * PC^{0,75}}{0,80}$$

em que  $0.301 * PC^{0,75}$  representa a excreção de DP endógena e 0.80 é a recuperação de PA como DP na urina.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (g Nmic/dia) foi calculada da seguinte forma:

$$Nmic = \frac{70 * PA}{0,93 * 0,137 * 1000}$$

em que 70 é o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol), 0.93 a digestibilidade verdadeira das purinas e 0.137 a relação nitrogênio purinas: nitrogênio total média nas bactérias isoladas no rúmen (Barbosa et al. 2011).

A eficiência de síntese microbiana foi calculada pela razão entre a Proteína microbiana e a matéria orgânica digestível (g de PBmic/kg de MOD).

A excreção de nitrogênio na urina foi calculada pela concentração nas amostras spot e o volume urinário. A retenção de nitrogênio foi obtida pela diferença entre o nitrogênio ingerido, excreção de nitrogênio nas fezes e a excreção de nitrogênio na urina.

#### 2.4 Análises estatísticas

Os dados foram analisados usando o procedimento GLM do SAS, versão 9.2 (Statistical Analysis System, versão 9.2). Sendo conduzidos como um quadrado latino 5X5 com fontes de variação dos tratamentos, animal e período experimental. O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + Li + Cj + tk + \epsilon_{ijk}$$

em que:  $Y_{ijk}$  = é a valor observado da variável resposta;  $\mu$  = média geral;  $L_i$  = efeito fixo relativo ao animal,  $C_j$  = efeito fixo relativo ao período;  $T_k$  = efeito fixo relativo ao tratamento e  $\epsilon_{ijk}$  = o erro experimental aleatório. Para todos os procedimentos adotou-se o nível de significância de 10%.

As comparações entre médias de tratamentos foram realizadas de acordo com os seguintes contrastes ortogonais I) Mistura mineral x Suplemento proteico-energético (PE); II) Suplemento PE sem aditivos x Suplemento PE com aditivos; III) Suplemento PE com monensina sódica x Suplemento PE com aditivos naturais (Óleo funcional e Levedura ativa); IV) Suplemento PE com óleo funcional x Suplemento PE com Levedura ativa.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Consumo**

A suplementação proteico-energética aumentou o consumo de MS total ( $P < 0,0001$ ), PB ( $P < 0,0001$ ), MO ( $P < 0,0001$ ), FDN<sub>cp</sub> ( $P = 0,0981$ ) e MOD ( $P < 0,0001$ ) em relação a mistura mineral (Tabela 3). O consumo de MS de pasto ( $P = 0,3139$ ) e FDN<sub>i</sub> ( $P = 0,5230$ ) não foram afetados pela suplementação proteico-energética com ou sem aditivos.

O consumo de MS de suplemento (%PC) ( $P < 0,0001$ ) e consumo de MS total (%PC) ( $P < 0,0001$ ) aumentaram com a suplementação proteico-energética comparado a mistura mineral (Tabela 3). Todavia, não houve efeito do uso dos aditivos monensina sódica, óleo funcional e levedura ativa sobre o consumo da dieta comparado ao suplemento proteico-energético.

#### **3.2 Digestibilidade**

A suplementação proteico-energética aumentou a digestibilidade da MS ( $P = 0,0003$ ), MO ( $P = 0,0003$ ), PB ( $P = < 0,0001$ ), FDN<sub>cp</sub> ( $P = 0,0322$ ) e da MOD ( $P =$

0,0001) em relação a mistura mineral (Tabela 4). No entanto, não houve efeito com o uso de aditivos sobre a digestibilidade dos nutrientes comparado a suplementação proteico-energética (Tabela 4).

#### 3.4 Metabolismo e utilização de nitrogênio

A suplementação proteico-energética aumentou a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal ( $P < 0,0001$ ) e nitrogênio ureico sérico em relação a mistura mineral ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 5). Os aditivos monensina sódica, óleo funcional e levedura ativa não causaram efeito sobre o nitrogênio amoniacal ruminal e o nitrogênio ureico sérico comparado a suplementação proteico-energética ( $P > 0,1$ ).

O pH ruminal reduziu com a suplementação proteico-energética comparado a mistura mineral ( $P = 0,0138$ ). No entanto, não houve efeito da suplementação com os aditivos sobre o pH ruminal ( $P > 0,1$ ) (Tabela 5).

A suplementação proteico-energética aumentou o nitrogênio ingerido ( $P < 0,0001$ ), fecal ( $P < 0,0001$ ), urinário ( $P < 0,0001$ ) e o retido ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 5) em relação a mistura mineral. Entretanto, o nitrogênio fecal ( $P = 0,082$ ) foi maior com a suplementação proteico-energética comparado a suplementação com os aditivos (Tabela 5).

Com a suplementação proteico-energética houve aumento na relação N retido/N ingerido ( $P < 0,0001$ ) e N retido/N absorvido ( $P < 0,0001$ ) em comparação a mistura mineral (Tabela 5). Não houve efeito da suplementação com os aditivos ( $P > 0,1$ ).

A suplementação proteico-energética aumentou o nitrogênio microbiano ( $P = 0,0001$ ) e a eficiência microbiana ( $P = 0,0207$ ) comparado a mistura mineral (Tabela 5). Contudo, não houve efeito da suplementação com os aditivos sobre a eficiência de utilização de nitrogênio ( $P > 0,1$ ).

Tabela 3. Efeito da suplementação proteico-energética com ou sem aditivos no consumo voluntário de bovinos de corte

Item	Tratamentos					EPM	Valor de P			
	MM	PE	PE+MON	PE+OF	PE+LEV		I	II	III	IV
	Kg/dia									
Matéria seca de pasto	6,12	5,76	5,40	5,88	5,46	0,240	0,3139	0,7206	0,6123	0,4901
Matéria seca de suplemento	0,08	3,60	3,60	3,60	3,60	0,287	<0,0001	0,1448	0,3358	0,4335
Matéria seca total	6,20	9,36	9,00	9,44	9,06	0,342	<0,0001	0,7206	0,6123	0,4901
Matéria orgânica	5,72	8,77	8,42	8,88	8,47	0,322	<0,0001	0,6965	0,6046	0,4813
Proteína bruta	0,39	1,12	1,08	1,12	1,06	0,059	<0,0001	0,2565	0,6785	0,1409
Fibra em detergente neutro cp <sup>1</sup>	3,64	4,25	4,01	4,33	4,05	0,148	0,0981	0,7059	0,5884	0,4641
Fibra em detergente neutro indigestível	1,48	1,48	1,40	1,43	1,35	0,064	0,5230	0,4099	0,917	0,5238
Matéria orgânica digestível	2,88	5,08	5,10	5,17	5,14	0,239	<0,0001	0,9772	0,918	0,9434
	%PC									
Matéria seca de suplemento	0,02	0,89	0,90	0,90	0,91	0,073	<0,0001	0,602	0,8716	0,8474
Matéria seca de pasto	1,55	1,41	1,33	1,47	1,35	0,049	0,2063	0,8244	0,5097	0,4399
Matéria seca total	1,57	2,30	2,23	2,37	2,26	0,075	<0,0001	0,9087	0,4946	0,4678

MM: Mistura mineral; PE: Suplemento proteico-energético; PE+MON: Suplemento proteico-energético+ monensina (a dose de 120 mg/animal.dia); PE+OF: Suplemento proteico-energético + óleo funcional (a dose de 2.500 mg/animal.dia); PE+LEV: Suplemento proteico-energético + levedura ativa (a dose de 4.000 mg/animal.dia). Aditivos adicionados diretamente no cocho. <sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína. Contrastes I: Mistura mineral versus Suplemento PE; II: Suplemento PE sem aditivos versus Suplemento PE com aditivos; III: Suplemento PE com MON versus Suplemento PE com Aditivos naturais (OF e LEV); IV: Suplemento PE com OF versus Suplemento PE com LEV.

Tabela 4. Efeito da suplementação proteico-energética com ou sem aditivos na digestibilidade aparente da dieta de bovinos de corte

Item	Tratamentos					EPM	Valor de P			
	MM	PE	PE+MON	PE+OF	PE+LEV		I	II	III	IV
	%									
Matéria seca total	46,91	55,27	58,02	55,73	58,13	1,119	0,0003	0,3305	0,6135	0,3448
Matéria orgânica	49,92	57,9	60,36	58,15	60,37	1,062	0,0003	0,3742	0,5933	0,3532
Proteína bruta	34,71	57,52	60,39	59,97	60,26	2,188	<0,0001	0,246	0,9092	0,9179
Fibra em detergente neutro cp <sup>1</sup>	53,11	58,56	59,52	61,3	60,57	1,308	0,0322	0,5293	0,6579	0,8419
	Concentração dietética (g/Kg de MS)									
Matéria orgânica digestível	461	542	565	547	565	10,271	0,0001	0,3634	0,6470	0,4344

MM: Mistura mineral; PE: Suplemento proteico-energético; PE+MON: Suplemento proteico-energético+ monensina (a dose de 120 mg/animal.dia); PE+OF: Suplemento proteico-energético + óleo funcional (a dose de 2.500 mg/animal.dia); PE+LEV: Suplemento proteico-energético + levedura ativa (a dose de 4.000 mg/animal.dia). Aditivos adicionados diretamente no cocho. <sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína. Contrastes I: Mistura mineral versus Suplemento PE; II: Suplemento PE sem aditivos versus Suplemento PE com aditivos; III: Suplemento PE com MON versus Suplemento PE com Aditivos naturais (OF e LEV); IV: Suplemento PE com OF versus Suplemento PE com LEV.

Tabela 5. Efeito da suplementação proteico-energética com ou sem aditivos no metabolismo e utilização de nitrogênio de bovinos de corte

Item	Tratamentos					EPM	Valor de P			
	MM	PE	PE+MON	PE+OF	PE+LEV		I	II	III	IV
Nitrogênio amoniacal ruminal mg/dL	5,67	22,93	22,37	22,34	22,50	1,670	<0,0001	0,836	0,9858	0,9579
Nitrogênio ureico sérico mg/dL	3,95	11,52	11,35	11,80	10,34	0,646	<0,0001	0,6196	0,7041	0,1079
pH ruminal	7,15	6,99	6,95	6,95	6,90	0,045	0,0138	0,4887	0,7327	0,6461
Nitrogênio (g/dia)										
Ingerido	61,76	179,17	172,46	178,83	174,14	9,479	<0,0001	0,346	0,3732	0,3698
Fecal	40,17	74,15	68,64	71,31	72,30	2,662	<0,0001	0,082	0,1215	0,6602
Urinário	26,22	53,09	54,50	55,56	53,20	2,376	<0,0001	0,4966	0,9538	0,3296
Retido	-4,63	51,93	49,32	51,95	48,64	4,777	<0,0001	0,5938	0,8009	0,4627
Eficiência de utilização de nitrogênio (g/g)										
<sup>1</sup> N retido/N ingerido	-0,09	0,29	0,29	0,29	0,28	0,032	<0,0001	0,895	0,9648	0,7769
N retido/N absorvido	-0,27	0,49	0,48	0,48	0,48	0,067	<0,0001	0,842	0,9795	0,9646
Nitrogênio microbiano (g/dia)	44,85	108,22	108,09	107,02	107,61	7,132	0,0001	0,9573	0,9514	0,9681
Eficiência microbiana g PTM/Kg de MOD	100,69	130,51	130,53	130,57	131,27	4,979	0,0207	0,9813	0,9753	0,9614

MM: Mistura mineral; PE: Suplemento proteico-energético; PE+MON: Suplemento proteico-energético+ monensina (a dose de 120 mg/animal.dia); PE+OF: Suplemento proteico-energético + óleo funcional (a dose de 2.500 mg/animal.dia); PE+LEV: Suplemento proteico-energético + levedura ativa (a dose de 4.000 mg/animal.dia). Aditivos adicionados diretamente no cocho. <sup>1</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína. Contrastes I: Mistura mineral versus Suplemento PE; II: Suplemento PE sem aditivos versus Suplemento PE com aditivos; III: Suplemento PE com MON versus Suplemento PE com Aditivos naturais (OF e LEV); IV: Suplemento PE com OF versus Suplemento PE com LEV. <sup>1</sup>Nitrogênio

#### 4. DISCUSSÃO

A produção animal a pasto envolve o uso de tecnologias que permitem a maximização do desempenho animal. A suplementação concentrada tem o objetivo de complementar o valor nutricional da forragem disponível e se torna aliada por aumentar a eficiência de utilização do pasto. No entanto, em função do nível de suplementação ocorrem alterações no consumo e na digestibilidade dos nutrientes (Mateus et al., 2011).

O aumento no consumo de MS total foi decorrente da suplementação proteico-energética, visto que não houve efeito no consumo de MS do pasto. Possivelmente, a suplementação promoveu um efeito aditivo no consumo dos animais, pois houve aumento no consumo de MS do suplemento (%PC) e o consumo de MS do pasto não foi alterado.

Domingues (2017) em estudo de meta-análise sobre os efeitos da suplementação, concluiu que de maneira geral, o consumo de MS total aumenta quando os animais recebem suplementação em sistema de pastejo contínuo e se mantem, quando os animais estão em pastejo rotacionado caracterizado pelo efeito associativo de substituição do consumo de forragem pelo consumo de suplemento.

O uso dos aditivos não influenciou o consumo voluntário dos animais nesse estudo. Efeito semelhante ao observado por Moriel et al. (2019), que não verificaram alteração no consumo de MS total e de MS do pasto com o uso de monensina sódica na suplementação de novilhas em pastejo. Os autores relatam que a eficácia dos aditivos ionóforos para bovinos de corte em pastagem de baixo valor nutritivo é apresentada de forma inconsistente na literatura. Prado et al. (2010) identificaram efeito do uso de monensina sódica no consumo e digestibilidade dos nutrientes quando comparado ao fornecimento de somente mistura mineral.

Rowe et al. (1991) propõem que há menor chance de respostas positivas com o uso de ionóforos na suplementação de bovinos em pastagem de baixa qualidade quando

comparada a uma forragem de alta qualidade, porque a monensina tende a reduzir o consumo de MS da forragem e isso pode limitar a disponibilidade de carboidratos para a fermentação ruminal (Ellis et al. 1984).

Resultados positivos podem ser alcançados com a adição de monensina a maiores níveis de suplementação concentrada por aumentar a disponibilidade de substrato para os microrganismos ruminais. Esse efeito não foi observado no presente estudo visto que o consumo de MS total não diferiu entre a suplementação proteico-energética com ou sem o uso dos aditivos.

Contrariando o observado neste estudo, Torres et al. (2021) em meta-análise relataram aumento no consumo de MS ao substituir a monensina por óleo funcional na dieta de bovinos de corte. Em outros trabalhos, Benchar et al. (2006) e Meyer et al. (2009) concluíram que a suplementação com óleo funcional proporcionou maior consumo de MS quando comparado a monensina. Jedlicka et al. (2009), não observaram alteração no consumo de MS com o uso de óleo funcional na suplementação.

O tipo de óleo e a dose utilizada está relacionado ao efeito no consumo de MS (Ferreira 2021), doses baixas tendem a estimular o consumo de MS e doses mais altas podem afetar negativamente o consumo por influenciar na palatabilidade dos animais (Patra 2011). Carvalho et al. (2021) ressaltam que os efeitos obtidos são dependentes do tipo de óleo e da dose utilizada, mas afirmam que o tipo de dieta associada ao óleo funcional e a fase de crescimento do animal também influenciam na resposta ao uso dos aditivos.

Sartori et al. (2017), em meta-análise observaram que a dosagem de 10 g/dia de levedura reduziu o consumo de MS de bovinos. Por outro lado, a dose de 6 g/dia provocou maior ganho médio diário. Assim, o autor concluiu que doses acima de 6 g/dia não aumentam os efeitos de desempenho e podem até deprimir esses indicadores.

No presente estudo, a dose de levedura ativa foi 4 g/dia, mas não influenciou as variáveis analisadas. Em conformidade com os dados obtidos por Teodoro (2014), que não observou efeito com o uso de levedura sobre o consumo, excreção fecal e digestibilidade dos nutrientes para bovinos alimentados com volumoso de baixa qualidade. Semelhante a esse estudo, Vyas et al. (2014a) em um primeiro trabalho com levedura ativa e inativa, não observaram melhora no consumo de MS e no pH ruminal. Porém, em um segundo experimento com os mesmos tratamentos, os autores observaram queda no pH ruminal, o que confirma a variabilidade de respostas com o uso de levedura ativa na suplementação animal.

Na literatura há uma diversidade de estudos *in vitro* com o uso de leveduras, mas os resultados são inconsistentes (Oeztuerk et al. 2005; Oeztuerk 2009; Opsi et al. 2012) e os autores ressaltam a necessidade de mais estudos, principalmente, *in vivo* para esclarecer os efeitos e benefícios desse aditivo.

O aumento na digestibilidade dos nutrientes com a suplementação proteico-energética indica que a dieta atendeu as exigências nutricionais da população microbiana e propiciou um ambiente com condições ideais para favorecer o crescimento microbiano. Além disso, a digestibilidade dos nutrientes apresenta forte relação com o fornecimento de compostos nitrogenados na suplementação. Corroborando com os resultados identificados por Dias et al. (2015), que tiveram melhora nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB com a suplementação proteico-energética comparada a mineral.

A suplementação com os aditivos não afetou o coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes, mostrando não haver comprometimento do processo digestivo com o uso dos aditivos. O que pode estar relacionado ao consumo de nutrientes, visto

que, a digestibilidade apresenta função direta ao consumo de MS ingerida pelo animal (Macedo Junior et al. 2014).

Na literatura, as informações sobre o efeito dos componentes presentes nos óleos funcionais são limitadas. No entanto, Ornaghi et al. (2017) notaram ausência de diferenças na digestibilidade *in vitro* com o uso de aditivos naturais quando comparado a outras dietas, o que está de acordo com os resultados obtidos no presente estudo.

O uso de aditivos na suplementação tem o intuito de melhorar o desempenho e a eficiência sem prejudicar os parâmetros de fermentação ruminal e a saúde dos animais (Honan et al. 2021).

O aumento na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal com a suplementação proteico-energética pode ser justificado pelo maior consumo de proteína bruta com o suplemento. No entanto, a suplementação com os aditivos não causou efeito sobre o nitrogênio amoniacal em relação a suplementação proteico-energética.

A presença de altos níveis de nitrogênio amoniacal no rúmen aponta que possivelmente os animais receberam a quantidade adequada de nitrogênio disponível na dieta (Phesatcha et al. 2021), relacionado ao maior consumo de proteína bruta com a suplementação.

Na suplementação com aditivos, é desejável que ocorra redução na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal, por geralmente, proporcionar aumento na eficiência de utilização da proteína dietética. O efeito de redução pode ser explicado pelo mecanismo de ação dos aditivos em causar sensibilidade às bactérias proteolíticas e bactérias hiperprodutoras de amônia (Burt 2004; Patra; Yu 2012). A modificação no metabolismo de nitrogênio com o uso de óleo funcional foi observada na literatura por McIntosh et al. (2003), Molero et al. (2004) e Newbold et al. (2004), que observaram redução na degradação de proteína e produção de nitrogênio amoniacal ruminal.

A redução na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal também pode ser atribuída a menor quantidade de bactérias fibrolíticas no rúmen (Shi e Weimer 1992), que ocorre com valores de pH < 6,0. As bactérias necessitam do nitrogênio da amônia para crescer no ambiente ruminal (Demeyer 1981), se sua população é reduzida, espera-se que a amônia ruminal seja maior quando os animais não forem suplementados com aditivos (Cunha et al. 2019).

Cunha et al. (2019), em estudo com levedura viva e inativa observaram o aumento na quantidade de amônia ruminal comparado ao grupo sem aditivos. Pesquisas anteriores apontam que os resultados são bastante variáveis quanto ao uso de levedura, indicam que a amônia ruminal pode até aumentar (Oeztuerk 2009; Vyas et al. 2014a; Cunha et al. 2019), mas a maioria dos resultados não apresentam efeito (Thrune et al. 2009; Neubauer et al. 2018; Vyas et al. 2014b) ou até mesmo uma redução na concentração de amônia (Erasmus et al. 1992; Lascano e Heinrichs 2007).

Os mecanismos para o aumento na concentração de amônia ruminal na suplementação com aditivos não são esclarecidos (Cunha et al. 2019) pode ser devido a capacidade dos aditivos em fornecer estimuladores (Oeztuerk 2009) e proteínas (Miller-Webster et al. 2002; Oeztuerk 2009) para as bactérias ruminais ou por mudanças na quantidade de microrganismos proteolíticos (Yoon e Stern 1996).

De acordo com Detmann et al. (2014), em condições de pastagens tropicais é necessário o valor mínimo de 6,3 mg/dL de nitrogênio amoniacal para manter e melhorar a digestão ruminal. Neste estudo, a média de nitrogênio amoniacal foi de 22,5 mg/dL com a suplementação proteico-energética independente da presença ou não dos aditivos.

Os níveis de nitrogênio ureico sérico são proporcionais à concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e sua concentração está diretamente ligada ao nível de

proteína e de energia disponível no suplemento (Harmeyer e Martens 1980; Wittwer et al. 1993). Nesse estudo, a maior concentração de nitrogênio ureico sérico com a suplementação proteico-energética possivelmente foi ocasionada pela concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. De acordo com Chizzotti et al. (2007), a maior concentração de nitrogênio amoniacal ruminal provoca maior transferência de nitrogênio para a corrente sanguínea e, como consequência, há o aumento no nitrogênio ureico sérico. Essa resposta também foi observada para a excreção de nitrogênio urinário, pois o excesso de amônia resulta na maior excreção de nitrogênio via urina.

Corroborando com os dados desse estudo, Moriel et al. (2019) não observaram efeito nos parâmetros sanguíneos avaliados neste estudo com a suplementação de 200 mg/dia de monensina para novilhas de corte em pastejo. A ausência de efeito positivo da suplementação com monensina pode estar relacionada ao baixo valor nutritivo da forragem disponível aos animais, que provavelmente possa ter limitado a maior produção de propionato. No entanto, Vendramini et al. (2015), ao suplementarem novilhas de corte com monensina, observaram maior concentração de nitrogênio ureico sérico quando comparado ao suplemento sem aditivo. Esse aumento pode estar relacionado a redução da proteólise com a melhor utilização do nitrogênio, por alterar o local de digestão da proteína (Poos et al. 1979).

Em resposta ao maior consumo de nitrogênio na suplementação proteico-energética, foi observado o aumento no nitrogênio fecal e retido comparado a mistura mineral. Na suplementação com os aditivos verificou-se a redução da excreção de nitrogênio nas fezes, no entanto, sem impactar sobre a retenção de nitrogênio. Por outro lado, as eficiências de utilização do nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido e ao nitrogênio absorvido não foram afetadas com o uso de aditivos na suplementação.

O nitrogênio retido é um importante indicador de desempenho, dessa forma, a suplementação proteica-energética possivelmente poderia contribuir no aumento do ganho de peso independente da presença ou não de aditivos.

Com o uso da suplementação proteico-energética, o consumo de matéria orgânica digestível e a digestibilidade da proteína bruta possivelmente influenciaram no aumento da síntese de nitrogênio microbiano, considerando que a disponibilidade de energia e nitrogênio são os maiores determinantes da síntese de proteína microbiana no rúmen (Clark et al. 1992). A proteína microbiana é responsável pela maior contribuição dos compostos nitrogenados para ruminantes em pastejo, de forma que o aumento no nitrogênio microbiano pode melhorar a disponibilidade de proteína metabolizável no intestino.

A maior eficiência microbiana com a suplementação proteico-energética pode ser explicada pelo comportamento similar entre o nitrogênio microbiano e a matéria orgânica digestível que aumentaram com a suplementação e resultou em maior eficiência microbiana.

No entanto, a suplementação com os aditivos monensina, óleo funcional e levedura ativa não promoveu efeito na eficiência de utilização de nitrogênio. Concordando com os dados de Renesto et al. (2021), ao trabalharem com o óleo funcional nas doses de 810 e 2.260 mg/Kg de MS na suplementação de tourinhos em pastejo, não identificaram efeito sobre o nitrogênio amoniacal ruminal, eficiência microbiana e retenção de nitrogênio. A ausência de efeito segundo esses autores pode estar relacionada ao nível de suplementação dos animais.

Phesatcha et al. (2021) relataram o aumento na eficiência microbiana em bovinos de corte que receberam concentrado e suplementação com levedura viva. Os autores atribuem o aumento da eficiência microbiana a maior concentração de

nitrogênio amoniacal ruminal que por sua vez seria incorporada para a síntese de proteína microbiana. Ao contrário dos achados por Li et al. (2020) e nesse estudo, que não observaram efeito sobre a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal com a adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

## **5. CONCLUSÃO**

O uso dos aditivos monensina (120 mg/animal/dia), óleo funcional (2.500 mg/animal/dia) e levedura ativa (4.000 mg/animal/dia) em suplemento proteico-energético não melhora os parâmetros nutricionais de bovinos de corte na fase de recria nas condições observadas nesse estudo.

## 6. REFERÊNCIAS

- Barbosa AM, Valadares RFD, Filho SCV, Pina DS, Detmann E, Leão MI (2011) Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by diferente methods in Nellore cattle 1. *Journal of Animal Science* 89, 510–519.
- Benchar C, Duynisveld JL, Charmley E (2006) Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Journal of Animal Science* 86, 91-96.
- Burt S (2004) Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *Journal of Food Microbiology* 94, 223-253.
- Carvalho VM, Ávila VAD, Bonin E, Matos AM, Do Prado RM, Castilho RA, Do Prado IN (2021) Effect of extracts from baccharis, tamarind, cashew nutshell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. *Livestock Science* 244, 104361.
- Chen XB and Gomes MJ (1992) Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives—An overview of technical details In ‘24 International Feed Research Unit. Rowett Research Institute’ (Aberdeen, UK.) (Occasional publication).
- Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, Chizzotti FHM, Campos JMS, Marcondes MI, Fonseca MA (2006) Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 1813–1821.
- Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, Chizzotti FHM, Marcondes MI, Fonseca MA (2007) Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36, 138– 146.
- Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, Chizzotti FHM, Tedeschi LO (2008) Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. *Livestock Science* 113, 218–225.
- Clark JH, Klusmeyer TH, Cameron MR (1992). Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows<sup>1</sup>. *Journal Dairy Science* 75, 2304–2323.
- Cobellis G, Trabalza-Marinucci M, Marcotullio MC, Yu Z (2016) Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology* 215, 25-36.
- Cunha CS, Marcondes MI, Silva AL, Gionbelli TRS, Novaes MAS, Knupp LS, Virginio Júnior GF, Veloso CM (2019) Do live or inactive yeasts improve cattle ruminal environment? *Revista Brasileira de Zootecnia* 48:e20180259.
- Demeyer DI (1981) Rumen microbes and digestion of plant cell walls. *Agriculture and Environment* 6, 295-337.

- Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC (2010) Otimização do uso de recursos forrageiros basais In ‘Anais Simpósio De Produção De Gado De Corte.’ p. 191240. (Viçosa, MG: DZO-UFV)
- Detmann E, Souza MA, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielle TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MME, Azevedo JAG (2012) Métodos para análise de alimentos. INCT. Ciência Animal. 1 ed. Visconde do Rio Branco. Suprema.
- Detmann E, Valente EEL, Batista ED, Huhtanen P (2014) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livestock Science* 162, 141-153.
- Dias DLS, Silva RR, Silva FF, Carvalho GGP, Brandão RKC, Silva ALN, Barroso DS, Lins TOJDA, Mendes FBL (2015) Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. *Semina: Ciências Agrárias* 36, 985-998.
- Domingues SS (2017) Avaliação meta-analítica dos efeitos da suplementação alimentar sobre o consumo de forragem de bovinos de corte em pastejo. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, MG.
- Duffield TF, Merrill JK and Bagg RN (2012) Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *Journal of Animal Science* 90, 4583-4592.
- Ellis WC, Telford JP, Lippke H, Riewe MW (1984) Forage and grazing effects on intake and utilization of annual ryegrass by cattle. In ‘G.W. Horn (ed.) Proceedings of the National Wheat Pasture Symposium p. 223–234. (Okla. Agr. Exp. Sta) MP-115
- Erasmus LJ, Botha PM, Kistner A (1992) Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 75, 3056-3065.
- Erasmus LJ, Muya C, Erasmus S, Coertze RF, Catton, DG (2008) Effect of virginiamycin and monensin supplementation on performance of multiparous Holstein cows. *Livestock. Science* 119, 107-115.
- Ferreira FJ (2021) Meta-análise dos efeitos dos óleos essenciais no consumo, desempenho e fermentação ruminal de bovinos de corte. Dissertação. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.
- González FHD, Silva SC (2006) Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2.ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre.
- González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A (2012) In vivo ruminal acidosis in feedlot cattle: interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). *Animal Feed Science and Technology* 66-79.
- Hammond AC (1997) Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle In ‘Florida Ruminant Nutrition Symposium p. 43–52 (University of Florida, Gainesville)

- Harmeyer J and Martens H (1980) Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *Journal of Dairy Science* 63, 1707-1728.
- Honan M, Feng X, Tricarico JM, Kebreab E (2021) Feed additives as a strategic approach to reduce enteric methane production in cattle: Modes of action, effectiveness and safety. *Animal Production Science*.
- Hungate RE (1966) 'The Rumen and Its Microbes.' (Academic Press, New York and London)
- Huntington GB, Archibeque SL (2000) Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *Journal of Animal Science* 77, 1–11.
- Jedlicka ME, Purevjav T, Conover AJ, Hoffman MP, Pusillo G (2009) Effects of functional oils and monensin alone or in combination on feedlot cattle growth and carcass composition (progress report). *Animal Industry Report* 655, 46.
- Johnson AD (1978) Sample preparation and chemical analysis of vegetation In 'Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production.' p. 96–102 (UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal)
- JOUE - JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPÉIA. Regulamento (CE) nº 1831/2003 do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia de 22 de setembro de 2003. Relativo aos aditivos destinados à alimentação animal. Disponível em <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831&from=EN> (Publicado em 22 de setembro de 2003) (Acesso em 31 de maio de 2022)
- Lascano GJ, Heinrichs AJ (2007) Yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation in growing animals in the dairy industry. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 2, 049.
- Leng RA (1990) Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* 3, 277-303.
- Li Y, Shen Y, Niu J, Guo Y, Pauline M, Zhao X, Li Q, Cao Y, Bi C, Zhang X, Wang Z, Gao Y, Li J (2020) Effect of active dry yeast on lactation performance, methane production, and ruminal fermentation patterns in early-lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 104, 381–390.
- Licitra G, Hernandez TM, Soest PJV (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology* 57, 347–358.
- Macedo Junior GL, Sousa LF, Jhone TLS, Borges I, Silva AGM, Santos RP (2014) Composição bromatológica e cinética da fermentação ruminal de resíduos fibrosos de babaçu e dietas contendo-as. *Veterinária Notícias* 20, 8-18.
- Mateus RG, Silva FF, Ítalo LCV, Pires AJV, Silva RR (2011) Suplementos para recria de bovinos Nelore na época seca: desempenho, consumo e digestibilidade dos nutrientes. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 33, 87-94.

- Mathew AG, Beckmann MA, Saxton AM (2001) A comparison of antibiotic resistance in bacteria isolated from swine herds in which antibiotics were used or excluded. *Journal of Swine Health and Production* 9, 125-129.
- McIntosh FM, Williams P, Losa R, Wallace RJ, Beaver DA, Newbold CJ (2003) Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. *Applied and Environmental Microbiology* 69, 5011-5014.
- Mertens DR (2002). Gravimetric Determination of Amylase-Treated Neutral Detergent Fiber in Feeds with Refluxing in Beakers or Crucibles: Collaborative Study. *J. AOAC Int.* 85, 1217–1240.
- Meyer NF, Erickson GE, Klopfenstein TJ, Greenquist MA, Luebke MK, Williams P, Engstrom MA (2009) Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. *Journal of Animal Science* 87, 2346-2354.
- Miller-Webster T, Hoover WH, Holt M and Nocek JE (2002) Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. *Journal of Dairy Science* 85, 2009-2014.
- Molero R, Ibars M, Calsamiglia S, Ferret A, Losa R (2004) Effects of a specific blend of essential oil compounds on dry matter and crude protein degradability in heifers fed diets with different forage to concentrate ratios. *Animal feed science and technology* 114, 91-104.
- Moriel P, Vendramini JMB, Canelos C, Piccolo MB, Silva HM (2019) Effects of monensin on growth performance of beef heifers consuming warm-season perennial grass and supplemented with sugarcane molasses. *Tropical Animal Health* 51, 339-344.
- Mouro GF, Branco AF, Harmon DL, Maia FJ, Coneglian SM, Ribeiro TFM (2006) Fontes de carboidratos e ionóforo em dietas contendo óleo vegetal para ovinos: digestibilidade, balanço de nitrogênio e fluxo portal de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 2144-2153.
- Neubauer V, Petri R, Humer E, Kröger I, Mann E, Reisinger N, Wagner M, Zebeli Q (2018) High-grain diets supplemented with phytochemicals or autolyzed yeast modulate ruminal bacterial community and fermentation in dry cows. *Journal of Dairy Science* 101, 2335-2349.
- Newbold CJ, McIntosh FM, Williams P, Losa R, Wallace RJ (2004) Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. *Animal feed science and technology* 114, 105-112.
- Oeztuerk H (2009) Effect of live and autoclaved yeast cultures on ruminal fermentation in vitro. *Journal of Animal and Feed Sciences* 18, 142-150.
- Oeztuerk H, Schroeder B, Bayerbach M, Breves G (2005) Influence of living and autoclaved yeasts of *Saccharomyces boulardii* on in vitro ruminal microbial metabolism. *Journal of Dairy Science* 88, 2594-2600.

- Oliveira AM, Amaral AG, Pereira KA, Campos JC, Taveira R.Z (2019) Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente* 12, 287-311.
- Opsi F, Fortina R, Tassone S, Bodas R, López S (2012) Effects of inactivated and live cells of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro ruminal fermentation of diets with different forage: concentrate ratio. *The Journal of Agricultural Science* 150, 271-283.
- Patra A.K, Yu Z (2012) Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. *Applied and Environmental Microbiology* 78, 4271-4280.
- Patra AK (2011) Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances* 6, 416-428.
- Phesatcha K, Phesatcha B, Wanapat M, Cherdthong A (2021) The Effect of Yeast and Roughage Concentrate Ratio on Ruminal pH and Protozoal Population in Thai Native Beef Cattle. *Animals* 12, 53.
- Poos MI, Hanson TL, Klopfenstein TJ (1979) Monensin effects on diet digestibility, ruminal protein bypass and microbial protein synthesis. *Journal Animal Science* 48, 1516–1524.
- Prado OPP, Zeoula LM, Moura LPP, Franco SL., Prado IN, Gomes, HCC (2010) Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas à base de forragem com adição de própolis e monensina sódica para bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 1336-1345.
- Preston TR (1986) Better Utilization of crop residues and by-products in animal feeding: research guidelines - 2. A practical manual for research workers. FAO, Rome. 154p.
- Renesto DM, Hoffmann A, Araújo TLR, Delevatti LM, Leite RG, Ribeiro JL, Romanzini P, Barbero RP, Reis RA (2021) Supplement levels and functional oils to replace virginiamycin for young bulls during early dry season on grasslands and finishing phase in feedlot systems. *Spanish Journal of Agricultural Research* 19, 3.
- Rowe JB, Murray PJ, Godfrey SI (1991) Manipulation of the fermentation and digestion to optimize the use of forage resources for ruminant production. In 'Isotope and related techniques in animal production and health. International Atomic Energy Agency' p. 83–99.
- Sartori ED, Canozzi MEA, Zago D, Prates ER, Velho JP, Barcellos JOJ (2017) The effect of live yeast supplementation on beef cattle performance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Agricultural Science* 9, 1916-9752.
- Shi Y and Weimer, PJ (1992) Response surface analysis of the effects of pH and dilution rate on *Ruminococcus flavefaciens* FD-1 in cellulose-fed continuous culture. *Applied Environmental Microbiology* 58, 2583-2591.
- Teodoro AL (2014) Suplementos proteicos com adição de levedura para bovinos consumindo forragem de baixa qualidade. Tese Doutorado, Universidade Estadual de Maringá (PR).

- Throne M, Bach A, Ruiz-Moreno M, Ster MD, Linn, JG (2009) Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows: Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livestock Science* 124, 261-265.
- Torres RNS, Paschoaloto JR, Ezequiel JMB, Da Silva DAV, Almeida MTC (2021) Meta-analysis of the effects of essential oil as an alternative to monensin in diets for beef cattle. *The Veterinary Journal* 272, 105659.
- Valente TNP, Detmann E, Valadares Filho SC, Cunha M, Queiroz AC, Sampaio CB (2011). In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40, 666–675.
- Vendramini JMB, Sanchez JMD, Cooke RF, Aguiar AD, Moriel P, Da Silva WL, Cunha OFR, Ferreira PDS, Pereira AC (2015) Stocking rate and monensin level effects on growth performance of beef cattle consuming warm-season grasses. *Journal Animal Science* 93, 3682–3689.
- Vyas D, Uwizeye A, Mohammed R, Yang WZ, Walker ND, Beauchemin KA (2014a.) The effects of active dried and killed dried yeast on subacute ruminal acidosis, ruminal fermentation, and nutrient digestibility in beef heifers. *Journal of Animal Science* 92, 724-732.
- Vyas D, Uwizeye A, Yang WZ, Beauchemin KA (2014b.) Importance of yeast viability for reducing the effects of ruminal acidosis in beef heifers during and following an imposed acidosis challenge. *Animal Feed Science and Technology* 197,103-113.
- Wittwer F, Reyes JM, Opitz H, Contreras PA, Böhmwald H (1993) Determinación de úrea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Archivos de Medicina Veterinaria* 25, 165-172.
- Yoon IK and Stern MD (1996) Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 79, 411-417.