

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA NARASINA SOBRE LESÕES E DESENVOLVIMENTO DO EPITÉLIO
RUMINAL E CECAL DE BOVINOS NELORE CONFINADOS**

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientadora: MSc Kalista Eloisa Loregian

Discente: Giovanna Lombardi de O. Araújo

Jaboticabal – SP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFEITO DA NARASINA SOBRE LESÕES E DESENVOLVIMENTO DO
EPITÉLIO RUMINAL E CECAL DE BOVINOS NELORES CONFINADOS**

Giovanna Lombardi de O. Araújo

Danilo Domingues Millen

Trabalho de Conclusão de Curso (Iniciação Científica) apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para graduação em Zootecnia.

Jaboticabal - SP
1/2025

A663e Araújo, Giovanna Lombardi de Oliveira
Efeito da Narasina sobre lesões e desenvolvimento do epitélio ruminal e cecal de bovinos Nelore confinados / Giovanna Lombardi de Oliveira Araújo.
-- Jaboticabal, 2025
31 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Danilo Domingues Millen
Coorientadora: Kalista Eloisa Loregian

1. Ruminante. 2. Rumen. 3. Estômago. 4. Intestino grosso. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Jaboticabal



GIOVANNA LOMBARDI DE O. ARAÚJO

**EFEITO DA NARASINA SOBRE LESÕES E DESENVOLVIMENTO DO EPITÉLIO
RUMINAL E CECAL DE BOVINOS NELORES CONFINADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Coorientador (se houver): MSc. Kalista Eloisa Loregian

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Data da defesa: 18/07/2025

☒ Aprovado

☐ Reprovado

Banca Examinadora:

MSc. Kalista Eloisa Loregian

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

MSc. Ana Laura Januario Lelis

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

MSc. Ariany de Faria Toledo

UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 25 / 07 / 2025

Prof. Dr. Jose Mauricio Barbanti Duarte
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder força, sabedoria e serenidade para vencer cada desafio ao longo dessa caminhada.

À minha mãe Juliana, pelo amor incondicional, apoio constante e por sempre acreditar em mim, sendo meu alicerce em todos os momentos.

Às minhas tias Amanda e Mariana, e a minha avó, Rita, pelo carinho, cuidado e por todo suporte oferecido durante essa jornada.

Às minhas amigas Camila, Larissa e Mariana, por estarem comigo nos momentos bons e difíceis, compartilhando risos, aprendizados e me incentivando todos os dias. Ao Arthur, Gabriel e Victor, pela amizade e companheirismo, especialmente nesse último ano, dividindo tantos bons momentos que ficarão para sempre na memória. À República Chá na Brasa, que foi meu lar e refúgio durante essa fase da vida.

Ao meu amigo João Victor, pela paciência e dedicação ao compartilhar seus conhecimentos, me ajudando a compreender o conteúdo e a superar diversas matérias ao longo da graduação.

Ao meu setor de Bovinocultura de Corte, pela acolhida, apoio e aprendizado durante a realização deste trabalho, que foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Danilo, pela orientação, disponibilidade e incentivo em todas as etapas deste trabalho, e à minha coorientadora, Kalista, pelo acompanhamento, sugestões e contribuições que enriqueceram esta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro para desenvolvimento desta pesquisa – 2023/11698-0.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. Acidose ruminal	8
2.2. Ionóforos	9
2.3. Narasina.....	10
2.4. Morfologia e função do epitélio ruminal e cecal	11
3. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3.1. Animais e local do experimento	13
3.1. Delineamento experimental	14
3.2. Manejo, arração e cuidados com os animais	14
3.3. Morfometria das papilas ruminais	15
3.4. Morfometria do ceco	16
3.5. Análises estatísticas.....	17
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSSÃO	20
6. CONCLUSÃO	24
7. RESUMO	25
8. ABSTRACT	26
9. REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O confinamento tem sido uma estratégia importante para intensificar a produção animal nas fases de cria, recria e engorda, com duração média de 120 dias no Brasil (LANNA; ALMEIDA, 2005; SILVESTRE; MILLEN 2021). Além de otimizar o uso das pastagens em períodos de seca, o confinamento possibilita o aprimoramento dos indicadores zootécnicos e da qualidade de carcaça (SILVA et al., 2009).

Com a intensificação dos sistemas, dietas com alto teor de concentrados são amplamente utilizadas, visando maior eficiência produtiva por meio da manipulação da relação volumoso: concentrado, o que potencializa a fermentação ruminal e a síntese microbiana (ARRIGONI et al., 2013). No entanto, o elevado aporte de concentrados aumenta a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e reduz o pH ruminal, elevando o risco de distúrbios metabólicos como a acidose, que pode comprometer o consumo de matéria seca (OWENS et al., 1998; MACEDO et al., 2010; SILVESTRE; MILLEN 2021).

Entre as estratégias para reduzir esses distúrbios e melhorar o desempenho animal, destaca-se o uso de ionóforos, aditivos que modulam a microbiota ruminal, favorecendo a produção de propionato e melhorando a eficiência alimentar (OWENS et al., 1998; TADESCHI et al., 2003; BEIRANVARD et al., 2014; CECONI et al., 2022;). A monensina sódica é o ionóforo mais utilizado nos confinamentos brasileiros (MONSALVE; MILLEN, 2025), por sua capacidade de melhorar a eficiência alimentar e reduzir o consumo de matéria seca, o que limita seu uso em sistemas de alta exigência de ingestão (DUFFIELD et al., 2012; GADBERRY et al., 2023).

A narasina tem se destacado como alternativa à monensina, pois melhora o desempenho sem comprometer o consumo de matéria seca (POLIZEL et al., 2017; MORENO et al., 2018; PEREIRA et al., 2023;). Além disso, estudos indicam que doses de 20mg/kg de narasina são eficazes na manutenção do pH ruminal, mesmo em dietas com alta proporção de grãos (POLIZEL et al., 2017). Embora ainda não haja consenso sobre a dose ideal para bovinos em confinamento, pesquisas em pastejo sugerem benefícios com a suplementação de 13 ppm (GOBATO et al., 2017).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de narasina sobre a morfologia e integridade dos epitélios ruminal e cecal de bovinos Nelores terminados em confinamento, alimentados com dietas de alto

concentrado. A hipótese é que a narasina possa promover efeitos benéficos sobre esses epitélios, sem comprometer sua integridade estrutural.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ACIDOSE RUMINAL

A inclusão de dietas ricas em grãos e cereais na alimentação de bovinos teve início no último século, sendo adotada como uma estratégia para aumentar a produtividade dos ruminantes (NORONHA, 2017). No entanto, essa inclusão acarretou desequilíbrios digestivos e metabólicos, que ainda desafiam nutricionistas e criadores (CHURCH, 1993; NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007).

A acidose ruminal é o segundo maior problema relacionado à saúde animal nos confinamentos brasileiros, ficando atrás somente da pneumonia. É caracterizada pelo acúmulo elevado de ácidos orgânicos no rúmen, resultando em desequilíbrio entre a produção, utilização e absorção ruminal desses ácidos estando diretamente ligada à quantidade de grãos fornecida na dieta (NAGARAJA; TITGEMEYER, 2007; SILVESTRE; MILLEN, 2021).

A acidose comumente ocorre quando há um grande consumo de carboidratos de rápida fermentação pelos ruminantes, o que pode desencadear alterações graves no sistema ruminal (CULLEN et al., 1986). A hidrólise dos carboidratos resulta na produção de AGCC e ácido lático, que se acumulam no rúmen. Esse acúmulo aumenta a osmolaridade ruminal e reduz o pH, caracterizando a acidose ruminal. A presença excessiva desses ácidos inibe a absorção eficiente dos AGCC pelo epitélio ruminal, agravando o desequilíbrio fermentativo (OWENS et al., 1993; GALYEAN; RIVERA, 2003). A glicose livre no rúmen é rapidamente absorvida ou fermentada, não sendo o principal fator causador da acidose.

O pH ruminal abaixo de 5,6 é comumente utilizado como referência para diagnosticar a acidose ruminal. De todo modo, existem medidas de controle promissoras para lidar com a acidose ruminal, como a utilização de aditivos nas rações que inibem as cepas bacterianas produtoras de lactato, estimulando a atividade bacteriana ou de protozoários ruminais que degradam o lactato (OWENS et al., 1998).

2.2. IONÓFOROS

Os ionóforos são os antimicrobianos mais utilizados na alimentação de bovinos como promotores de crescimento, e são produzidos principalmente pelas bactérias *Streptomyces cinnamomensis* (GUBIAN et al., 2020). Os ionóforos, quando inseridos nas dietas de ruminantes, podem agir como agente bacteriostático contra bactérias gram-positivas, e exibem pouca ou nenhuma atividade contra bactérias gram-negativas (OWENS et al., 1998; GUBIAN et al., 2020).

Estudos recentes, como o de Drouillard (2017), demonstram que o uso de ionóforos nas dietas de bovinos melhora o desempenho animal, resultando em maior digestibilidade dos alimentos e eficiência energética. Além disso, a adição de ionóforos nas dietas de ruminantes, pode ocasionar um aumento na produção de ácido propiônico, redução da relação acetato:propionato, diminuição da produção de metano e ácido láctico, além de minimizar a degradação excessiva de compostos nitrogenados no rúmen (RUSSEL; STROBEL, 1989).

Ionóforos têm a capacidade de influenciar a digestão e absorção de nutrientes tanto no rúmen, quanto no intestino. As melhorias no desempenho observada com o uso de ionóforos em dietas para ruminantes são atribuídas à modulação da microbiota ruminal, promovendo as alterações no metabolismo fermentativo, com aumento da produção de propionato, redução na síntese de metano e melhora na eficiência de utilização dos nutrientes (SALMAN et. al., 2006). Além disso, estudos indicam que os ionóforos podem impactar positivamente a integridade e a função do epitélio intestinal, influenciando a absorção de nutrientes e a saúde intestinal (BANNINK et al., 2008; ASCHENBACH et al., 2011).

Apesar dos efeitos benéficos atribuídos aos ionóforos, como a monensina sódica, seu uso pode ocasionar redução no consumo de matéria seca, o que pode ser indesejável, especialmente em dietas com baixo a moderado teor energético (DUFFIELD et al., 2012). Além disso, a regulamentação sobre o uso de ionóforos varia entre países, com algumas legislações restringindo ou proibindo seu uso devido a preocupações relacionadas à resistência antimicrobiana e à segurança alimentar (CASTANEDA-GUTIERREZ et al., 2019). Paralelamente, a crescente demanda dos mercados consumidores por produtos “livres de antibióticos” tem impulsionado a busca por alternativas naturais e eficazes aos ionóforos tradicionais (PEREIRA et al., 2020). Nesse contexto, a narasina surge como uma alternativa promissora, capaz de

modular a fermentação ruminal e melhorar o desempenho animal sem os efeitos indesejados associados aos ionóforos convencionais (PEREIRA et al., 2023).

Com isso, estudos direcionados a busca de alternativas de manejo e alterações dietéticas que favoreçam o metabolismo ruminal e aumentem a eficiência de produção de carne bovina sem afetar o consumo de matéria seca ganham força entre pesquisadores e nutricionistas de ruminantes (SALMAN et al., 2006). Diferentemente de alguns ionóforos tradicionais, como a monensina, que podem reduzir o consumo devido ao seu impacto mais intenso sobre bactérias envolvidas na motilidade ruminal e no apetite, a narasina apresenta menor ação sobre essas bactérias sensíveis. Essa característica permite que a narasina promova melhorias no desempenho animal sem comprometer a ingestão voluntária de alimento (POLIZEL et al., 2017; PEREIRA et al., 2023).

2.3. NARASINA

A narasina é um antibiótico ionóforo advindo das bactérias *Streptomyces aureofaciens*, da família de outros antibióticos ionóforos, como a monensina e lasalocida (BERG; HAMILL, 1978). Suas principais especificidades, apontadas por estudos recentes, é a melhoria do desempenho sem afetar o consumo de matéria seca dos animais (POLIZEL et al., 2016). Sua ação é direcionada a bactérias gram-positivas e fungos, o que resulta em melhorias na eficiência energética da fermentação ruminal (BERG; HAMILL, 1978).

Gobato et al., (2017) avaliaram a inclusão de narasina para novilhos alimentados com elevado teor de concentrado na dieta. A narasina foi oferecida juntamente na mistura mineral, com dosagens de 0 a 1300 mg para cada kg suplemento mineral. Os autores não relataram efeito do aditivo no consumo de matéria seca e ganho médio diário, porém houve incremento em relação a eficiência alimentar (GOBATO et al., 2017). São poucas as pesquisas feitas usando narasina como aditivo para dietas de ruminantes.

Estudos como o de Strasia et al., (1987), foram pioneiros em estudos realizados com narasina, apesar disso em seu estudo não encontraram diferença significativa no desempenho animal e na carcaça. No entanto, estudos mais recentes como o de Polizel et al., (2017a) mostraram os efeitos da inclusão da monensina e narasina nos parâmetros de fermentação ruminal de bovinos alimentados com 90% de

concentrado, os mesmos reportaram aumento do pH ruminal dos animais quando comparados aos bovinos que não estavam recebendo os ionóforos, denotando que o uso da narasina pode fazer com que o animal consiga manter o pH ruminal estável mesmo quando recebe uma mudança drástica na dieta.

No entanto, ainda são poucas as referências sobre o uso de narasina em dieta de bovinos confinados, especialmente no tocante à proteção exercida por este sobre o epitélio ruminal e cecal. Considerando que alterações no padrão de fermentação causadas por ionóforos podem influenciar diretamente a integridade do tecido desses segmentos, existe a necessidade de avaliar se a narasina promove efeitos adversos ou benéficos sobre as estruturas epiteliais, especialmente em dietas com alto teor de concentrado, que já impõem maior desafio ao trato digestivo (PENNER et al., 2023).

A narasina, embora também estimule a produção de propionato, apresenta um perfil de ação distinto da monensina, promovendo tal aumento de forma mais moderada e sem reduzir de maneira significativa o consumo de matéria seca. Além disso, estudos indicam que a narasina pode contribuir para a redução na produção de lactato no rúmen, auxiliando na manutenção do pH ruminal e minimizando riscos de acidose subclínica, sem os efeitos adversos sobre a ingestão frequentemente associados à monensina (POLIZEL et al., 2017; PEREIRA et al., 2023). Desta forma, estudos mais aprofundados sobre o ionóforo e seus efeitos principalmente no epitélio ruminal e cecal desses animais são necessários.

2.4. MORFOLOGIA E FUNÇÃO DO EPITÉLIO RUMINAL E CECAL

O epitélio ruminal exerce funções fundamentais na absorção de produtos da fermentação, atuando também como barreira protetora contra microrganismos e compostos tóxicos. Sua estrutura é composta por quatro camadas celulares (estrato basal, espinhoso, granuloso e córneo) e apresenta projeções, as papilas, que aumentam a área de absorção dos AGCC, especialmente acetato, propionato e butirato, oriundos de fermentação microbiana (TAMATE et al., 1962; BANNINK et al., 2008). A camada de queratina, que reveste o epitélio, possui papel protetor contra danos físicos e químicos, porém seu espessamento excessivo (hiperqueratose) pode reduzir a permeabilidade da mucosa, o que prejudica a absorção de AGCC e favorecendo a retenção de compostos tóxicos como o ácido láctico (STEELE et al., 2009; ASCHENBACH et al., 2011).

Em dietas com alto teor de concentrado, o aumento na produção de AGCC estimula o crescimento e alongamento das papilas ruminais, intensificando a capacidade de absorção. No entanto, estímulos exagerados podem promover inflamação e até disfunções estruturais (PEREIRA et al., 2014; PENNER et al., 2023).

Já o epitélio cecal possui estrutura distinta, com células epiteliais simples organizadas em criptas, contendo enterócitos e células caliciformes (células de Goblet). Essas últimas são responsáveis pela secreção de muco, que atua como barreira contra compostos agressivos à mucosa, ácidos e microrganismos presentes no intestino (ZHENG et al., 2019). A baixa digestão do amido no rúmen ou no intestino delgado resulta no aumento do fluxo de amido não digerido para o ceco, onde ocorre uma intensa fermentação local, com elevada produção de AGCC e redução do pH. Esse ambiente ácido estimula a proliferação de células de Goblet como um mecanismo de proteção da mucosa cecal (CASTRO et al., 2023).

Vale destacar que, diferentemente do rúmen, cuja área de absorção é amplificada pela presença de papilas, podendo atingir de 15 a 40 cm² de superfície absorptiva para cada centímetro quadrado de parede ruminal, o ceco possui uma superfície absorptiva mais limitada. No ceco, a relação é de 1 para 1, ou seja, cada centímetro quadrado de parede cecal equivale a apenas 1 cm² de superfície de absorção, o que reduz significativamente sua capacidade de absorver os produtos de fermentação, tornando-o mais suscetível a distúrbios quando há sobrecarga de substratos fermentáveis (PEREIRA et al., 2014)

Assim, tanto o rúmen quanto o ceco apresentam capacidade de adaptação estrutural diante de mudanças dietéticas. Em dietas de alto concentrado, como as utilizadas em confinamentos, essas adaptações podem ser benéficas em doses moderadas. No entanto, quando excessivas, essas alterações podem comprometer a integridade epitelial e prejudicar a função absorptiva, tornando o tecido mais suscetível a inflamações e disfunções. Apesar da ampla utilização de ionóforos em sistemas intensivos, os estudos disponíveis concentram-se, em sua maioria, nos efeitos sobre a fermentação ruminal e no desempenho produtivo, havendo uma evidente carência de pesquisas que avaliem, de forma detalhada, os impactos desses aditivos sobre a morfologia e a integridade epitelial, tanto no rúmen quanto no ceco, especialmente em dietas de alto concentrado. Essa lacuna evidencia a importância do presente estudo,

que busca mostrar como a narasina pode afetar esses tecidos, considerando seu perfil distinto de ação em relação a outros ionóforos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. ANIMAIS E LOCAL DO EXPERIMENTO

O estudo foi conduzido no confinamento experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Dracena, com autorização do Comitê de Ética em Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo 02/2022.

Foram utilizados 128 bovinos Nelore de 18 meses de idade, não castrados e alocados aleatoriamente em 32 baias ($n = 4$ por baia), as quais foram consideradas as unidades experimentais para este estudo. Os animais foram blocados pelo peso corporal inicial de $400,00 \pm \text{kg}$ (Figura 1).



Figura 1: Bovinos Nelores alocados no confinamento experimental da UNESP.

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi de blocos inteiramente casualizados (DBC), utilizando o peso vivo inicial dos animais como critério de blocagem, os animais foram adaptados ao local, e para uniformização da população microbiana do rúmen receberam feno de *Cynodon* spp. cv. Tifton mais um suplemento mineral por 7 dias. Posteriormente, os animais foram alocados nas baias dividindo-os aleatoriamente, dentro de cada bloco, de acordo com as doses de narasina.

As diferentes doses de narasina foram divididas em 4 tratamentos: 1) 0 ppm de narasina (controle); 2) 13 ppm de narasina; 3) 20 ppm de narasina; 4) 27 ppm de narasina (Zimprova™; Elanco Saúde Animal, São Paulo, SP).

3.2. MANEJO, ARRAÇOAMENTO E CUIDADOS COM OS ANIMAIS

Antes de iniciar o estudo, os animais foram pesados, vermifugados e vacinados contra doenças virais e bacterianas (Cattlemaster, Zoetis, New York, NY). Este estudo teve duração de 112 dias, incluindo 14 dias de adaptação. A dieta de adaptação foi realizada em três fases com teores crescentes de concentrado: 75% (dias 1-5), 79% (dias 6-9) e 83% (dias 10-14), com redução proporcional do volumoso (feno).

A dieta de terminação era composta por 87% de ingredientes concentrados (Tabela 1). As dietas experimentais foram formuladas de acordo com o LRNS (Large Ruminant Nutrition System, FOX et al., 2004), nível 2. Os ingredientes da ração foram misturados em um caminhão misturador. Os bovinos foram alimentados *ad libitum* duas vezes ao dia durante todo o estudo com ração fresca adicionada às 08:00 (45% da ração total) e 16:00 h (55% da ração total). A ração foi entregue no comedouro coletivo (6 m, sendo 1,5 m por animal para cada baia). A quantidade de ração fresca adicionada foi ajustada diariamente com base na quantidade de sobras de ração restantes antes da entrega da ração matinal (às 08:00 h). As sobras de ração eram pesadas e descartadas diariamente. Os animais tiveram livre acesso aos bebedouros (0,89 por 1,00 por 2,00 m).

Tabela 1 - Ingredientes e composição nutricional das dietas experimentais que foram fornecidas aos animais durante a fase de adaptação e terminação.

Dietas	Adaptação 1	Adaptação 2	Adaptação 3	Terminação
Nível de Concentrado (%)	75,00	79,00	83,00	87,00
Ingredientes (%MS¹)				
Feno	15,00	11,00	7,00	3,00
Casca de Amendoim	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho Moído Fino	51,00	56,00	61,00	66,00
Farelo de Soja	10,00	8,00	6,00	4,00
Torta de Algodão	11,00	12,00	13,00	14,00
Ureia	0,50	0,50	0,50	0,50
Núcleo Mineral	2,50	2,50	2,50	2,50
Conteúdo Nutricional (%MS)				
NDT ²	78,00	80,00	81,00	82,00
PB ³	15,80	15,10	14,40	13,80
FDN ⁴	33,90	31,70	29,60	27,50
peFDN ⁵	23,00	21,00	18,00	16,00
Ca (%MS) ⁶	0,57	0,55	0,54	0,56
P (%MS) ⁷	0,39	0,40	0,51	0,42

¹Matéria seca; ²Nutrientes digestíveis totais; ³Proteína bruta; ⁴Fibra em detergente neutro; ⁵Fibra em detergente neutro fisicamente efetiva; ⁶Calcio; ⁷Fósforo. **Nota:** a narasina será fornecida utilizando o farelo de milho como veículo, sobre a dieta, e misturada manualmente em seguida, logo após o fornecimento desta nos cochos.

3.3. MORFOMETRIA DAS PAPILAS RUMINAIS

Os animais foram abatidos no frigorífico Boifrig, em Fernandópolis-SP. Após o abate dos animais, foram eviscerados e o rúmen foi cuidadosamente lavado com água corrente para remoção total de conteúdo. Em seguida, avaliaram-se macroscopicamente as lesões do compartimento ruminal, as quais foram classificadas com base na incidência de anormalidades visíveis, sendo 0 (sem lesões notadas) e 10 (lesões graves). A pontuação foi realizada por dois avaliadores previamente treinados, e os resultados finais representam a média dos dois escores.

Para análise histológica, foram coletados fragmentos de aproximadamente 1 cm² da parede ruminal, retirados do saco ventral. Os tecidos foram fixados, incluídos

Para análise histológica, foram coletados fragmentos de aproximadamente 1 cm² da parede ruminal, retirados da região saco ventral do rúmen. Os tecidos foram fixados, incluídos em parafina, seccionados e corados com hematoxilina e eosina, conforme descrito por Odongo et al., (2006). As medidas histológicas incluíram altura e largura das papilas, área superficial das papilas e espessura da camada de queratina. Essas mensurações foram realizadas em quatro papilas por animal, utilizando microscópio óptico acoplado a um sistema de análise de imagens computadorizado (Figura 2).

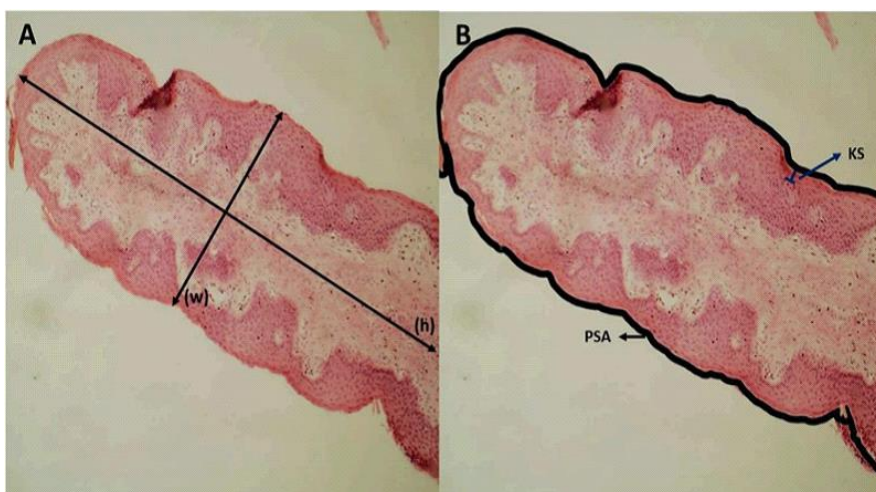


Figura 2: Medidas histológicas, como altura das papilas (A - H), largura das papilas (A - W) e espessura da camada de queratina (B - KS).

3.4. MORFOMETRIA DO CECO

Após o abate, evisceração e lavagem do compartimento cecal, procedeu-se à avaliação macroscópica das lesões no epitélio do ceco. As alterações foram classificadas com base na presença de inflamações, lesões e petéquias, utilizando uma escala adaptada de Bigham e McManus (1975), variando de 0 (ausência de lesões) a 10 (lesões graves). Todo o ceco foi avaliado por dois observadores treinados, sendo o escore final calculado pela média das duas pontuações (Figura 3).

Para análise histológica, foi coletado um fragmento de 1cm² da região central do epitélio cecal, o qual foi imediatamente fixado em solução tamponada de paraformaldeído a 4% e armazenamento até o processamento (DEVANT et al., 2016). As amostras foram desidratadas, embebidas em parafina, seccionadas a 8 µm de espessura e coradas com hematoxilina e eosina.

As medidas histológicas incluíram profundidade de cripta, número de enterócitos e número de células de Goblet (totais e rompidas). Para a contagem de criptas, foi adotado um critério amostral em que a cada 10 criptas observadas, 1 era

selecionada para análise, totalizando aproximadamente 10% das estruturas. A contagem das células de Goblet foi realizada nas criptas previamente selecionadas, contabilizando apenas as células presentes no interior dessas estruturas. A razão entre profundidade de cripta e número de células de Goblet foi calculada com base nesses dados. As análises foram conduzidas por meio de um sistema de análise de imagens Leica Qwin acoplado a um microscópio óptico Leica.



Figura 3: Epitélio do ceco avaliado.

3.5. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram analisados como blocos inteiramente casualizados utilizando o procedimento MIXED do SAS. Os blocos foram incluídos no modelo como efeito aleatório e os tratamentos como efeitos fixos. A opção CONTRAST do SAS foi empregada para testar os seguintes efeitos: 1) efeito linear da inclusão de doses de narasina; 2) efeito quadrático da inclusão de doses de narasina; 3) efeito cúbico da inclusão de doses de narasina. Considerou-se como nível de significância estatística o valor de $P \leq 0,05$, ou seja, os efeitos foram considerados significativos quando a probabilidade de ocorrência do resultado por acaso foi igual ou inferior a 5%. Dessa forma, contrastes com valores de P menores ou iguais a 0,05 indicam efeitos estatisticamente significativos.

4. RESULTADOS

Não foram detectados ($P > 0,15$) efeitos de diferentes doses de narasina sobre o escore de rumenite e lesões no epitélio cecal de bovinos Nelore confinados. Os

resultados de incidências de lesões no rúmen e no ceco estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Escores de lesões ruminais (rumenite) e cecais de bovinos Nelores confinados alimentados com dietas de alto concentrado que continham diferentes doses de narasina.

Variáveis	Narasina (ppm)				EPM ¹	Valor de <i>P</i>		
	0	13	20	27		Linear	Quadrático	Cúbico
Escore de rumenite	1,14	0,82	0,94	1,19	0,19	0,95	0,15	0,90
Escore de lesão no ceco	1,56	1,55	1,42	1,14	0,33	0,36	0,57	0,96

Nota: EPM¹: Erro padrão médio

A área média, altura e largura, área de superfície das papilas e a espessura do epitélio de queratina estão apresentados na Tabela 3. Foi observado efeito quadrático para altura das papilas ($P = 0,02$) e cúbico para largura ($P = 0,03$), mostrando que os animais que receberam a dosagem de 13 ppm de narasina tiveram um efeito no crescimento das papilas e largura das papilas.

Os níveis adotados de suplementação com ou sem narasina não mostraram efeito sobre a área de superfície das papilas e espessura do epitélio de queratina (EEQ) ($P > 0,17$) desses animais (Tabela 3).

Os resultados dos parâmetros de histologia cecal estão apresentados na Tabela 4. Não foram detectados ($P > 0,10$) efeitos de diferentes doses de narasina sobre a profundidade de cripta, número de enterócitos de bovinos Nelore confinados alimentados com dietas de alto concentrado. No entanto, à medida que se aumentou a dose de narasina, foi observado redução linear ($P = 0,01$) do número de células de Goblet, totais e rompidas, assim como aumento linear ($P = 0,03$) da relação profundidade de cripta/células de Goblet.

Tabela 3 - Avaliações histológicas do rúmen de bovinos Nelores confinados alimentados com dietas de alto concentrado que continham diferentes doses de narasina.

Item	Narasina (ppm)				Valor de <i>P</i>			
	0	13	20	27	EPM ¹	Linear	Quadrático	Cúbico
AMP ² , cm ²	0,50	0,49	0,46	0,43	0,04	0,34	0,56	0,88
Altura das papilas, cm	2,17	2,93	2,34	2,25	0,20	0,95	0,02	0,10
Largura das papilas, mm	0,32	0,39	0,30	0,31	0,02	0,48	0,08	0,03
ASP ³ , cm ²	1,04	1,14	1,11	1,04	0,09	0,97	0,30	0,95
EEQ ⁴ , µm	5,76	6,92	5,98	6,27	0,46	0,60	0,26	0,17

Nota: EPM¹: Erro padrão médio; AMP²: Área Média das Papilas; ASP³: Área de Superfície das Papilas; EEQ⁴: Espessura do epitélio de queratina.

Tabela 4 - Avaliações cecais de bovinos Nelore confinados alimentados com dietas de alto concentrado que continham diferentes doses de narasina.

Item	narasina (ppm)				Valor de <i>P</i>			
	0	13	20	27	EPM ¹	Linear	Quadrático	Cúbico
Profundidade de cripta, µm	51,69	49,57	50,48	45,13	2,75	0,15	0,49	0,43
Enterócitos, n	20,15	19,38	18,68	16,78	1,44	0,12	0,54	0,85
Células de Goblet, n	2,14	2,34	1,79	1,45	0,23	0,01	0,17	0,50
Células de Goblet rompidas, n	1,01	0,71	0,69	0,64	0,08	0,01	0,27	0,65
Profundidade de cripta/Enterócitos	2,69	2,58	2,75	2,73	0,16	0,74	0,67	0,53
Profundidade de cripta/Goblet	25,28	25,12	32,1	33,89	3,45	0,03	0,47	0,50

Nota: EPM¹: Erro padrão médio

5. DISCUSSÃO

Os aditivos alimentares são amplamente utilizados em confinamentos para aumentar a produtividade e melhorar a rentabilidade, com ênfase nos ionóforos, cujo uso em dietas de terminação visa otimizar o crescimento e a eficiência no aproveitamento dos nutrientes (BAGGIO, 2021). No entanto, há escassez de dados específicos sobre a narasina, o que motivou esse estudo.

A suplementação com diferentes doses de narasina promoveu alterações na morfologia ruminal, mesmo que alguns parâmetros não tenham apresentado diferença significativa. Entre os resultados, destacou-se o efeito quadrático para a altura das papilas ruminais. Esse comportamento pode acontecer devido a uma resposta biológica em que, após um nível ótimo de estímulo, há saturação da resposta epitelial ou ativação de mecanismos compensatórios, como menor proliferação celular ou maior renovação do epitélio, limitando o crescimento adicional das papilas (APPUHAMY et al., 2013).

A dose de 13 ppm de narasina pode ter promovido uma modulação ideal da microbiota ruminal, aumentando a produção de propionato, que é o principal ácido graxo relacionado ao estímulo de crescimento das papilas (CUNNINGHAM 1992; BEIRANVARD et al., 2014). Doses superiores, como 20 e 27 ppm, possivelmente ultrapassaram esse ponto de equilíbrio, reduzindo a estimulação ou provocando mecanismos compensatórios, como menor proliferação celular ou maior taxa de renovação epitelial (STEL et al., 2011). A papila ruminal se desenvolve como resposta à concentração de AGCC, principalmente o propionato, produzido na fermentação ruminal (TAMATE et al., 1962).

A narasina, por atuar seletivamente sobre bactérias gram-positivas, favorece a proliferação de microrganismos que produzem propionato e inibe produtores de ácido lático, contribuindo para um ambiente mais estável e estimulante ao epitélio ruminal (BERG; HAMILL, 1978; GOBATO et al., 2017). Esse aumento de propionato pode estar diretamente ligado ao crescimento das papilas observado em 13 ppm, o que indica essa concentração como a mais promissora entre as avaliadas, embora não se possa afirmar que seja a ideal para máxima resposta morfológica.

Houve ainda um efeito cúbico para largura das papilas, sugerindo uma flutuação nas respostas. Nesse caso, os dados indicam que a largura aumentou em 13 ppm, caiu em 20 ppm e voltou a crescer em 27 ppm. A hipótese é que essa oscilação pode refletir a sensibilidade do epitélio a diferentes composições da microbiota ruminal ou alterações no tempo de retenção da digesta (ZHENG et al., 2019).

A área de superfície e a espessura do epitélio de queratina não apresentaram diferenças significativas, podendo estar relacionado a limitações nas doses testadas ou à duração do confinamento, que talvez não tenha sido suficiente para provocar modificações estruturais mais profundas, assim como demonstrado no estudo de Kerkonen et al. (2017). Um comportamento semelhante também foi descrito por Pereira et al. (2014), que observaram resposta cúbica na área de superfície das papilas e no índice mitótico de bovinos Nelores alimentados com doses variadas de monensina (0–36 ppm), sugerindo que diferentes níveis de ionóforo podem modular a proliferação epitelial de maneira não linear.

Dentre os resultados, com relação à integridade epitelial, os escores de rumenite e lesões cecais não diferiram entre os tratamentos, indicando que as doses utilizadas de narasina foram seguras, pois não houve indução de lesões visíveis. No entanto, é importante ressaltar que, enquanto não houve efeito nas lesões, a histologia cecal foi alterada, com redução linear no número total de células de Goblet e células de Goblet rompidas, e aumento linear na relação profundidade de cripta/células de Goblet, que reflete a capacidade adaptativa da mucosa frente a desafios alimentares.

O aumento simultâneo desses parâmetros pode indicar ativação do sistema de defesa, enquanto alterações desproporcionais sugerem disfunção ou dano tecidual. Essa resposta sugere menor necessidade de secreção de muco protetor no epitélio cecal, quando há o aumento das doses, o que pode estar associado à redução da fermentação cecal (CASTRO et al., 2023). A diminuição das células de Goblet indica que o ambiente cecal tornou-se menos agressivo, com menor produção de ácidos e pH mais equilibrados, reduzindo a demanda por muco. Esse efeito pode ser interpretado como positivo, pois reflete um ambiente intestinal mais estável e com menor risco de inflamação ou dano epitelial.

A digestão e a absorção de amido no intestino delgado desempenham um papel fundamental na prevenção da sobrecarga de substratos fermentáveis nas porções posteriores do trato digestivo. Quando a capacidade digestiva do rúmen e do intestino delgado é excedida, o amido não digerido atinge o intestino grosso, onde é rapidamente fermentado, intensificando a fermentação cecal (ZHANG et al., 2022). Esse processo aumenta a produção de AGCC e reduz o pH, o que leva à proliferação das células de Goblet como mecanismo de proteção da mucosa (CASTRO et al., 2023).

A redução observada no número dessas células em animais suplementados com doses maiores de narasina, 20 e 27 ppm, pode indicar que o aditivo contribuiu para melhorar a digestão no rúmen e no intestino delgado, reduzindo o fluxo de amido para o ceco. No entanto, é importante destacar que esta interpretação se baseia exclusivamente em alterações histológicas, uma vez que o estudo não realizou medições diretas da digestão no intestino delgado ou produção de AGCC no ceco. Assim, são necessárias investigações futuras que incluam avaliações funcionais e fermentativas para confirmar essa hipótese.

Portanto, mesmo que não haja diferença estatística nos escores de lesões, os efeitos histológicos no ceco apontam para uma ação funcional da narasina, ou melhora na digestão anterior, o que reflete em menor fermentação e menor necessidade de proteção epitelial (POLIZEL et al., 2017). Isso mostra que a narasina pode atuar de forma indireta na saúde cecal, promovendo um ambiente mais estável, ainda que sem causar lesões detectáveis macroscopicamente.

Como ainda não há consenso na literatura sobre a dose ideal de narasina para bovinos confinados, é possível que as concentrações testadas não sejam as ideais para atingir o ponto de máxima resposta. Estudos como o de GOBATO et al. (2017), em sistemas de pastejo, indicaram benefícios com 13 ppm, enquanto outros trabalhos ainda não definiram a dose certa para protocolos em confinamentos. Assim, os resultados obtidos reforçam a necessidade de mais estudos para delimitar com precisão as faixas de inclusão mais eficazes, especialmente para dietas com alto teor de concentrado.

Embora o experimento tenha sido conduzido por 112 dias, período típico do ciclo médio de confinamento no Brasil, ainda é válido avaliar se esse tempo foi suficiente para provocar alterações estruturais profundas no epitélio ruminal e cecal. Estudos indicam que adaptações morfológicas iniciais, como o desenvolvimento das papilas ruminais, podem ocorrer em períodos entre 3 e 9 semanas após o início da alimentação com dietas de moderado teor de grãos (MORGANTE et al., 2017). No entanto, quando os animais são expostos por períodos superiores a 20 semanas a dietas com alto teor de concentrado, observam-se alterações mais expressivas, como inflamação, hiperqueratose e apoptose do epitélio (STOCK et al., 2020).

Diante disso, embora os 112 dias (cerca de 16 semanas) representem um tempo relevante para avaliações em sistemas de produção, é possível que esse período não tenha sido suficiente para alterar o epitélio de maneira significativa. Assim, estudos de longo prazo ainda são necessários para verificar se as alterações histológicas observadas se mantêm, se intensificam ou se regredem com o tempo.

6. CONCLUSÃO

A suplementação com diferentes doses de narasina em dietas de alto concentrado para bovinos Nelore confinados promoveu alterações na morfologia ruminal e histologia cecal, demonstrando grande potencial do aditivo. A dose de 13 ppm foi a que apresentou melhores respostas sobre o desenvolvimento das papilas ruminais, principalmente na altura e largura, o que indica um provável ponto de máximo estímulo fisiológico, associado ao aumento da produção de propionato no rúmen.

As doses de 20 e 27 ppm, por outro lado, não apresentaram resultado positivo no desenvolvimento das papilas, mostrando inclusive tendência à redução dessas medidas. Ainda assim, essas doses mostraram efeito positivo sobre a histologia cecal, com redução linear no número de células de Goblet, o que sugere menor fermentação no ceco, possivelmente pela maior eficiência digestiva e menor passagem de amido não digerido para o intestino grosso.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas nos escores de lesões ruminais e cecais, os resultados indicam que a narasina pode atuar de maneira funcional, promovendo estabilidade nos ambientes fermentativos, sem comprometer a integridade epitelial. A ausência de efeitos sobre a espessura da camada de queratina e área de superfície das papilas pode estar relacionada às doses testadas ou ao tempo de confinamento, que talvez tenha sido insuficiente para gerar alterações mais significativas nesses parâmetros.

Dessa forma, conclui-se que a narasina possui potencial como aditivo alternativo aos ionóforos normalmente usados em sistemas de confinamento, apresentando benefícios morfológicos sem comprometer a integridade ruminal e cecal. No entanto, os resultados reforçam a necessidade de mais estudos que explorem as faixas intermediárias ou mais elevadas de inclusão, bem como diferentes durações de confinamento, para a definição mais precisa da dose ideal para dietas de alto concentrado para bovinos.

7. RESUMO

O uso de aditivos alimentares, como os ionóforos, é uma prática comum na terminação de bovinos confinados, visando melhorar a fermentação ruminal e a eficiência produtiva. No entanto, há poucas informações sobre o uso da narasina em dietas de alto concentrado. Esse estudo objetivou avaliar os efeitos de diferentes doses de narasina sobre a morfometria e a ocorrência de lesões no rúmen e ceco de bovinos Nelores confinados. Foram utilizados 128 bovinos não castrados, com idade média de 18 meses, alocados em 32 baias, submetidos a quatro tratamentos com 0, 13, 20 e 27 ppm de narasina. O período experimental de 112 dias, sendo 14 de adaptação e 98 de terminação. Ao final, fragmentos de rúmen e ceco foram coletados para análises histológicas e avaliação de lesões macroscópicas. Os dados foram analisados por meio do MIXED do SAS, considerando efeitos linear, quadrático e cúbico ($P \leq 0,05$). A dose de 13 ppm de narasina resultou em maior altura e largura das papilas ruminais, enquanto doses superiores reduziram o número de células de Goblet no ceco, sugerindo menor fermentação cecal. Não foram observadas diferenças nos escores de lesões visíveis nos tecidos. Conclui-se que a narasina, além de segura, promove efeitos morfológicos positivos dependendo da dose, sendo promissora como aditivo em dietas de alto concentrado para bovinos Nelores confinados.

Palavras-chave: ruminantes confinados; mucosa do rúmen; ceco; ionóforos.

8. ABSTRACT

The use of feed additives such as ionophores is a common practice in finishing feedlot cattle, aiming to improve ruminal fermentation and production efficiency. However, there is limited information on the use of narasin in high-concentrate diets. This study aimed to evaluate the effects of different doses of narasin on the morphometry and occurrence of lesions in the rumen and cecum of feedlot-finished Nellore cattle. A total of 128 non-castrated Nellore bulls, with an average age of 18 months, were allocated into 32 pens and subjected to four treatments with 0, 13, 20, and 27 ppm of narasin. The experimental period lasted 112 days, including 14 days of adaptation and 98 days of finishing. At the end of the trial, rumen and cecum fragments were collected for histological analysis and macroscopic lesion evaluation. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS, considering linear, quadratic, and cubic effects ($P \leq 0.05$). The 13 ppm narasin dose resulted in greater papillae height and width in the rumen, while higher doses reduced the number of Goblet cells in the cecum, suggesting lower cecal fermentation. No differences were observed in visible lesion scores. It is concluded that narasin is a safe additive that promotes dose-dependent morphological effects and is promising for use in high-concentrate diets for feedlot Nellore cattle.

Keywords: confined ruminants; rumen mucosa; cecum; ionophores.

9. REFERÊNCIAS

- APPUHAMY, J. A. D. R. N.; FRANCE, J.; KEBREAB, E. Anti-methanogenic effects of monensin in dairy and beef cattle: a meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5161–5173, 2013.
- ARRIGONI, M. de B.; MARTINS, C. L.; SARTI, L. M. N.; BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. da S.; ROMA JÚNIOR, L. C.; PERDIGÃO, A.; RIBEIRO, F. A.; FACTORI, M. A. Níveis elevados de concentrado na dieta de bovinos em confinamento. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2013.
- ASCHENBACH, J. R.; PENNER, G. B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Role of the rumen epithelium in nutrient absorption and metabolism. **Animal Health Research Reviews**, v. 12, n. 2, p. 176–193, 2011.
- BAGGIO, M. *Alternância entre narasina e monensina sódica durante os períodos de adaptação e terminação em novilhos Nelore confinados*. 2021. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021.
- BANNINK, A.; FRANCE, J.; LÓPEZ, S.; GERRITS, W. J. J.; KEBREAB, E.; TAMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, p. 3–26, 2008.
- BEIRANVAND H., GHORBANI G. R., KHORVASH M., NABIPOUR A., DEGHANBANADAKY M., HOMAYOUNI A., KARGAR S. Interactions of alfalfa hay and sodium propionate on dairy calf performance and rumen development. **Journal of Dairy Science**. 97:2270-2280, 2014.
- BERG, DAVID H.; HAMILL, ROBERT L. The isolation and characterization of narasin, a new polyether antibiotic. **The Journal of Antibiotics**, v. 31, p.1-6, 1978.
- BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Who lew he at grain feeding of lambs. Effects of rough age and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agricultural Research** 26:1053-1062, 1975.
- BRITTON, R.; STOCK, R. Acidosis: A continual problem in cattle fed high grain diets. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1989, Ithaca, NY. Proceedings [...]. Ithaca: Cornell University, 1989. p. 8-15.
- CECONI, I; VIANO, S. A.; MÉNDEZ, D. G.; GONZÁLEZ, L.; DAVIES, P.; ELIZALDE, J. C.; BRESSAN, E.; GRANDINI, D.; NAGARAJA, T. G.; TEDESCHI, L. O. Uso combinado de monensina e virginiamicina para melhorar a saúde do rúmen e do fígado e o desempenho de novilhos terminados em confinamento. **Translational Animal Science** , v. 6, n. 4, 2022.
- CHURCH, D. C. Clasificación e importancia de los animales rumiantes. In: CHURCH, D. C. **El Rumiente: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1993. cap. 1, p. 1-14.

CULLEN, A. J.; HARMON, D. L.; NAGARAJA, T. G. In vitro fermentation of sugars, grains, and by-product feeds in relation to initiation of ruminal lactate production. **Journal of dairy science**, v. 69, n. 10, p. 2616-2621, 1986.

CUNNINGHAM, J. G. Transporte fetal e neonatal de oxigênio. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro; Guanabara Koogan, p. 413-417, 1992.

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

DROUILLARD, J. S.; OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Dietary factors influencing ruminal acidosis in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 95, n. 9, p. 3711–3725, 2017.

ELAM, C.J. Acidosis in feedlot cattle: practical observations. **Journal Of Animal Science**, Champaign, v.43, n.4, p-898-901, 1976.

GADBERRY, P. B.; HEDRICK, J. M.; KREHBIEL, C. R.; PURVIS, H. T.; HARMON, D. L.; FLUHARTY, F. L. Meta-analysis of the effects of monensin on performance of beef replacement heifers and beef cows. **Translational Animal Science**, v.9, n. 1, p. txad086, 2023.

GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D. Nutritionally related disorders affecting feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**. Champaign, v. 83, p. 13-20, 2003.

GOBATO, L. G. M.; SILVA, R. G.; MISZURA, A. A.; POLIZEL, D. M.; JUNIOR, M. F.; OLIVEIRA, G. B. & PIRES, A. V. Effects of narasin addition in mineral mixture on gain and intake of feedlot Nellore heifers. **Journal of Animal Science**, v.95, p.266. 2017.

GOODRICH, R. D.; GARRETT, J. E.; GAST, D. R.; Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of animal science**, v. 58, p. 1472-148, 1984.

KUNG JR, L., & HESSION, A. O. Preventing in vitro lactate accumulation in ruminal fermentations by inoculation with *Megasphaera elsdenii*. **Journal of Animal Science**, v.73, p.250-256, 1995.

GUBIAN, L. D.; BAPTISTA, L. F.; OLIVEIRA, M. P. de; SANTANA, A. L. B.; PACHECO, F. A. L.; DEL PÁZ, M. V.; FERREIRA, R. R.; OLIVEIRA, C. A. B. (2020). Ionophores in beef cattle diets: A review of their effects on performance, rumen fermentation and methane emission. **Livestock Science**, 245, 104396.

KERKONEN, N.; GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D.; HUBERT, T. S.; LOOPER, M. L. Effect of increasing the proportion of dietary concentrate on gastrointestinal tract measurements and brush border enzyme activity in Holstein steers. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 7, p. 5443–5452, 2017.

KRAUSE, K. M., and G. R. Oetzel. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. **Animal Feed Science Technol.** 126:215–236.

LANNA, D. P. D.; ALMEIDA, R. de. A terminação de bovinos em confinamento. **Visão agrícola**, v. 3, p. 55-58, 2005.

LIMEDE, A. C.; POLIZEL, D. M.; MISZURA, A. A.; MARTINS, A. S.; BARROSO, J. P. R.; SARDINHA, L. A.; BAGGIO, M.; OLIVEIRA, G. B.; MARQUES R. S. & PIRES A. V., Effects flavomycin, narasin, and salomycin on ruminal fermentation of Nellore steers fed high forage diet. **Journal of Animal Science**, v. 97, Suppl 3, p. 422, 2019.

MACEDO, B. S.; SILVA, F. A.; OLIVEIRA, R. A.; SOUZA, M. F.; LIMA, J. P. Acidose Ruminal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas**, v. 8, n. 5, p. 240-251, 2010.

MEINERT, R. A.; YANG, C. M. J.; HEINRICHS, A. J.; Effect of monensin on growth, reproductive performance, and estimated body composition in Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 245-257, 1992.

MILLEN D. D.; PACHECO R. D. L.; ARRIGONI, M. D.; GALYEAN M. L.; & VASCONCELOS J. T.; A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MISZURA, A. A., POLIZEL, D. M.; FERRAZ, M. V.; BARROSO, J. P.; GOBATO, L. G.; MARTINS, A. S.; OLIVEIRA, G. B.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V.; Effect of feed additives on rumen parameters of steers fed a high-forage diet. **Journal of Animal Science**, v. 97, n. Suppl 3, p. 441, 2018.

MONSALVE, J. G.; MILLEN, D.D. A snapshot of nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil in 2023. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 12, 2025.

MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI.; REIAS, R.A. Aditivos. In; BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal; FUNEP, P.539-570, 2006.

MORENO, M.; KIRK, S.; MELAMED, S.; GILBERT, H. J.; COLE, J. R.; MCPHERSON, M. J.; PATERSON, I. S. Monensin alters the functional and metabolomic profile of rumen microbiota in beef cattle. **Animals**, [S.I.], v. 8, n. 11, p. 211, 2018.

MORGANTE, M.; SCHURMANN, K. A.; WALPOLE, M.; GÓRKA, P.; CHIBISA, G. E.; ZEBELI, Q.; PENNER, G. B. Adaptations of ruminal epithelium to high-grain diets in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 4, p. 2808–2818, 2017.

NAGARAJA, T. G.; TITGEMEYER, E. C. Ruminal acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, sup., p. E17-E38, 2007.

NORONHA FILHO, A. D. F. Indução experimental de acidose ruminal e laminite em bezerros mestiços pela administração intrarruminal de oligofrutose. 2017. 70 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of animal science**, v. 76, n. 1, p. 275-286, 1998.

PALERMO NETO, J. Toxicologia de resíduos de aditivos em ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.153-164. XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Botucatu.

PAULA, M. F. F. V. de. Uso de ionóforos na dieta de bovinos de corte: fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PENNER, G. B.; MCDONALD, T. L.; COENEN, D. M. Role of the rumen epithelium and associated changes under high-concentrate diets. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 6, p. 2573, 2023.

PEREIRA, M. C. S.; CARVALHO, G. G. P.; LIMA, M. A.; BENEDETTI, P. G.; SILVA, R. R.; PACHECO, A. G.; COSTA, P. R. Effects of different doses of sodium monensin on rumen papillae and tissue histology of feedlot Nellore cattle. **Animal Production Science**, v. 54, n. 10, p. 1830–1833, 2014.

PERRY, T. W.; BEESON, W. M.; MOHLER, M. T. et al. Effect of monensin on beef cattle performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 42, p. 761-765, 1976.

POLIZEL, D. M.; WESTPHALEN, M. F.; MISZURA, A. A.; FERRAZ JUNIOR, M. V. C.; BERTOLONI, A. V.; OLIVEIRA, G. B.; GOBATO, L. G. M.; BARROSO, J. P. R.; PIRES, A. V. 2017. Effects of monensin or narasin on rumen metabolism of steers during the period of adaptation to high-concentrate diets (abstract). **Journal of Animal Science**, v. 95, supplement 4, p. 319, 2017a.

POLIZEL, D. M., LIMEDE A. C., MISZURA A. A., MARTINS A. S., OLIVEIRA G. B., SARDINHA L. A., BAGGIO M., PIRES A. V. Narasin improves performance of grazing Nellore yearlink bulls receiving protein supplement. **Journal of Animal Science**, 97, suppl 3, 421–422, 2019.

RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; POTTER E. L. Effect of monensin on ruminal fermentation “in vitro” and “in vivo”. **Journal of animal science**, v. 43, p. 644-657, 1976.

RIGUEIRO, A. L. N.; RABELO, M. G.; RODRIGUES, M. A. M.; FARIAS, F. J. C.; DOS SANTOS, R. R.; SANTOS, F. F.; GUERRA, F. D. The potential of shortening the adaptation of Nellore cattle to high-concentrate diets using only virginiamycin as sole feed additive. **Frontiers In Veterinary Science**, August, 2021.

RUSSEL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: effect of ionóforos on ruminal fermentation. **ApplicationEnvironmentMicrobiology**, january, v. 55, p. 1-6, 1989.

SILVA, L. H. A. Inovações tecnológicas e agronegócio da carne bovina no Brasil. **Saberes Interdisciplinares**, v.03, p. 147-198, 2009

SILVA, T. I. S.; SOUZA, J. M.; ACEDO, T. S.; CARVALHO, V. V.; PERDIGÃO, A.; SILVA, L. A. F.; SILVESTRE, A. M.; NIEHUES, M. B.; SCHLEIFER, W. F.; CASALI, D. M.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B.; MILLEN, D. D. Feedlot performance, rumen and cecum morphometrics of Nellore cattle fed monensin, narasin or a combination of both. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 10, p. 1187767, 2023.

SILVESTRE, A. M. AND MILLEN, D. D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2021.

STEEL, M. A.; GIBSON, G. R.; WADE, W. G.; BURCH, D. G. S.; HARRIS, J. M.; TRINH, T. Q.; WATSON, M.; PARRY, J. R.; GIBSON, K. M.; MCNAUGHT, K. J. Rumen epithelial adaptation to high-grain diets involves the coordinated regulation of genes involved in cholesterol homeostasis. **Physiological Genomics**, v. 43, n. 1, p. 25–36, 2011.

STOCK, R. A.; GRESSLER, L. T.; ZIMMERMANN, A.; SMITH, J.R. Effects of duration of high-concentrate feeding on ruminal epithelial morphology and function in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 9, p. skaa249, 2020.

STRASIA, C. A.; OWENS, F. N.; HICKS, R. B.; MARTIN, J. J.; GILL D. R.; A comparasion of monensin, narasin, salinomycin and tylosin on feedlot performance of steers. **Animal Science Research Report**, v. -, p. 328-331, 1987.

TAMATE, H.; MCGILL, L. D.; TIMMERMAN, C. L.; VENNEKAMPEN, T. A.; SMITH, H. W. Rumen development in neonatal calves: the influence of dietary carbohydrates on papillae. **Journal of Dairy Science**, v. 45, n. 1, p. 123–128, 1962.

ZHANG, S. J.; LIU, H. Y.; WANG, J. Q.; ZHAO, J. Q.; YANG, Z. Y.; LI, Y. Q.; WANG, X. F. Effects of feeding different levels of dietary starch on growth performance, nutrient digestibility, and rumen fermentation of beef cattle: a meta-analysis. **Animals**, v. 12, n. 6, p. 765, 2022.

ZHENG, Z.; DENG, Y.; NIE, Y. *Ruminal microbiome-host crosstalk stimulates the development of the ruminal epithelium in a lamb model*. **Microbiome**, v. 7, n. 1, p. 81, 2019.