

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

Faculdade De Engenharia - Campus De Ilha Solteira

Curso de Zootecnia

GIOVANNA RODRIGUES DOS SANTOS

Narasina e qualidade de forragens tropicais: Parâmetros de fermentação in vitro

Ilha Solteira

2026

GIOVANNA RODRIGUES DOS SANTOS

Narasina e qualidade de forragens tropicais: Parâmetros de fermentação in vitro

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira
– UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Zootecnista.

Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel
Orientador

Ilha Solteira
2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S237n Santos, Giovanna Rodrigues dos.
Narasina e qualidade de forragens tropicais: parâmetros de fermentação in vitro / Giovanna Rodrigues dos Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
22 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2026

Orientador: Daniel Montanher Polizel

Inclui bibliografia

1. Ionóforo. 2. Nutrição de ruminantes. 3. Aditivos. 4. Bovinocultura de corte.

Sandra Montibeller - CRB-8/060/2025



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ZOOTECNIA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO: "NARASINA E QUALIDADE DE FORRAGENS TROPICAIS:
PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO IN VITRO"**

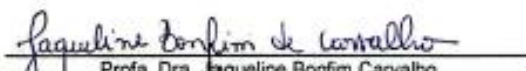
ALUNA: GIOVANNA RODRIGUES DOS SANTOS – RA 221050728

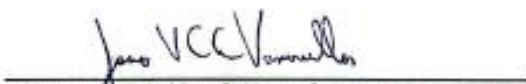
ORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel

- Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora

Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel
Presidente (Orientador)


Profa. Dra. Jaqueline Bonfim Carvalho


Mestrando João Vitor Cabianca Cabral de Vasconcellos


Aluna: Giovanna Rodrigues dos Santos

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Curso: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
tel (18) 3743 1100 fax (18) 3742 2735 stoom@adm.fea.unesp.br www.fea.unesp.br

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por não ter me abandonado nem se quer um dia durante minha jornada até aqui. Aos meus pais, Ismael e Rozilene, que com muito suor e amor trabalharam todos os dias para que eu pudesse me formar. A minha irmã Thainá que além de me acompanhar a vida toda não mensurou esforços para me ajudar durante a graduação. Ao meu orientador Daniel que me apresentou minha grande paixão, Bovinos de corte, e modulou todo meu ser profissional. Dessas pessoas carrego mais que o sobrenome e a amizade, tudo o que fiz de bom até hoje, tem muito deles. Dedico também a todos os que comigo caminharam durante esses anos de dedicação e pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir essa etapa da minha vida, me falta palavras para descrever o que habita meu coração, sou grata por todos os que fizeram parte da minha jornada até aqui, e peço a Deus que eu os tenha daqui em diante.

A Deus, pela saúde que nunca me faltou, pelo aumento da minha fé, pelas pessoas abençoadas que me foram apresentadas, pela força, coragem, resiliência, e por cada aprendizado.

A Nossa Senhora de Aparecida que me recobriu com o manto, que muitas das vezes me pegou no colo e acolheu minhas lágrimas, que intercede infinitamente por mim.

Aos meus pais Ismael e Rozilene, meus maiores exemplos de amor, fé, garra, que idealizaram esse sonho comigo e não descansaram até então para que eu pudesse me dedicar aos estudos, deles carrego muito mais que o sobrenome, carrego tudo o que tenho de bom, eu sempre escolheria vocês, meu maior privilégio é tê-los como pais.

A minha irmã Thainá, minha companheira de vida, a pessoa que mais me inspirou a ser quem sou, a ser dedicada e estudiosa, minha patrocinadora de livros, nascer para te acompanhar foi um grande presente de Deus.

Ao meu orientador e grande amigo Daniel Polizel, sem você esse momento seria inviável e meu eu pesquisadora não existira, exemplo de profissional e ser humano, grande prova de que Deus existe e usa pessoas para nosabençoar.

Ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Ruminantes (RUMINE), qual eu vi nascer e crescer podendo participar ativamente das atividades, adquirindo as maiores experiências e obtendo constantes conhecimentos, a maior e melhor escolha da minha carreira até então.

A minha orientadora Jaqueline Carvalho e ao Laboratório de Economia e Comercialização Agropecuária (LECA), qual faço parte e pude adquirir experiências por meio de projetos de extensão.

Ao meu amigo João Vitor Cobianca, por todo conhecimento fornecido na área de reprodução animal, por toda paciência ao ensinar e acolher.

Aos meus amigos, Karol Matarazzo, Maria Fernanda, Geovana Silva, Marcelle Luna, Vitória Ribeiro, Cátia Cangussu, Lenise Mayuko, Cintia Lionela, Ariany Toledo, Julia Maria, Elson Carneiro, Grasielle Claudino, por me inspirarem, ensinarem, apoiarem, por serem

exemplos de profissionais e de pessoas, compartilhar essa caminhada com vocês foi gratificante.

Aos meus amigos da ESALQ, João Pedro do Carmo e Daiana Oliveira, quais carregarei em meu coração com eterna gratidão, não somente pelo auxílio ao gerar os dados presente nesse trabalho, mas pelo companheirismo construído nesse ano.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção sazonal de forrageiras tropicais.....13

Figura 2: Componentes do ecossistema de pastoril. (Pires, 2010)14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros de fermentação ruminal in vitro com diferentes qualidades de forragem com ou sem a inclusão de 13 mg de narasina/kg de matéria seca.....17

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
NARASINA	11
QUALIDADE DE FORRAGEM.....	12
3. METODOLOGIA	14
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSSÕES	18
6. CONCLUSÃO.....	19
7. REFERÊNCIAS	20

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de narasina e de diferentes qualidades nutricionais de capins tropicais sobre os parâmetros de fermentação ruminal in vitro. Foram utilizados módulos automáticos de detecção de pressão (ANKOM, RF) para avaliar parâmetros de fermentação ao final de 30 horas de incubação. O experimento foi realizado em esquema fatorial 2×3 , sendo o fator 1 a inclusão (NAR) ou não (CON) de 13 mg de narasina/kg de MS, e o fator 2 a qualidade nutricional de capim tropical, sendo estas classificadas como alta (15,6%), média (8,0%) e baixa (5,0%) concentração de proteína. Cada frasco foi padronizado com 1,6 g de amostra total. O fluido ruminal foi colhido de duas novilhas providas de cânulas ruminais da raça Angus. O fluido ruminal de cada animal (0,44 L) foi combinado com saliva artificial (1,75 L), sendo adicionados 150 mL da mistura em cada frasco. O material foi incubado por 30 horas e ao final do processo uma amostra de cada frasco foi colhida para análise de pH, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e amônia. O módulo de detecção de pressão foi programado para fazer leitura da pressão de gás a cada 15 minutos, e ao final do período de incubação uma amostra do gás produzido foi colhido para determinação da concentração de metano. Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (9.3). Não houve interação entre a inclusão de narasina e a qualidade do capim para as variáveis avaliadas. A inclusão de narasina aumentou a proporção de propionato e reduziu o butirato, sem afetar o acetato e o pH do fluido. Além disso, a inclusão de narasina reduziu a relação ac:prop e a concentração de amônia. Em relação a produção de gás, a inclusão de narasina reduziu a produção total de gases, assim como diminuiu a concentração de metano. Em relação à qualidade da forragem, houve alteração na proporção molar do acetato, propionato, butirato, relação ac:prop e concentração de amônia, não sendo observado efeito sobre o pH do fluido. A qualidade do capim afetou a produção total de gases e a concentração de metano, sendo os maiores valores observados para a forragem de maior qualidade. Conclui-se que a narasina demonstrou-se eficiente em otimizar a fermentação ruminal in vitro independente da qualidade da forragem. Além disso, a qualidade da forragem afeta em grande proporção os parâmetros de fermentação in vitro.

Palavras-chave: ionóforo; nutrição de ruminantes; aditivos; bovinocultura de corte

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of narasin inclusion and different nutritional qualities of tropical grasses on in vitro ruminal fermentation parameters. Fermentation parameters were assessed using automated pressure detection modules (ANKOM RF) after 30 h of incubation. The experiment was conducted in a 2×3 factorial arrangement, in which factor 1 consisted of the inclusion (NAR) or absence (CON) of narasin at 13 mg/kg of dry matter (DM), and factor 2 consisted of the nutritional quality of tropical grass, classified as high (15.6%), medium (8.0%), and low (5.0%) crude protein concentration. Each incubation bottle was standardized with 1.6 g of total sample. Ruminal fluid was collected from two rumen-cannulated Angus heifers. Ruminal fluid from each animal (0.44 L) was combined with artificial saliva (1.75 L), and 150 mL of the resulting mixture was added to each bottle. Samples were incubated for 30 h, and at the end of incubation, aliquots from each bottle were collected for determination of pH, short-chain fatty acids, and ammonia concentration. The pressure detection modules were programmed to record gas pressure every 15 min, and at the end of the incubation period, gas samples were collected for methane concentration determination. Data were analyzed using the PROC MIXED procedure of SAS (version 9.3). No interaction was observed between narasin inclusion and forage quality for the evaluated variables. Narasin inclusion increased the molar proportion of propionate and reduced butyrate, without affecting acetate concentration or ruminal fluid pH. In addition, narasin inclusion reduced the acetate:propionate ratio and ammonia concentration. Regarding gas production, narasin inclusion reduced total gas production as well as methane concentration. With respect to forage quality, differences were observed in the molar proportions of acetate, propionate, and butyrate, the acetate:propionate ratio, and ammonia concentration, with no effect on ruminal fluid pH. Forage quality affected total gas production and methane concentration, with the highest values observed for the highest-quality forage. In conclusion, narasin was effective in optimizing in vitro ruminal fermentation regardless of forage quality. Moreover, forage quality markedly influenced in vitro fermentation parameters.

Keywords: ionophore; ruminant nutrition; feed additives; beef cattle productio

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (2024) indica que a população mundial deverá continuar crescendo ao longo dos próximos 50 a 60 anos, podendo atingir um pico de aproximadamente 10,3 bilhões de pessoas por volta da década de 2080. Nesse cenário, a segurança alimentar poderá enfrentar desafios decorrentes da limitação de recursos, das pressões econômicas e das mudanças nos estilos de vida induzidas pela industrialização. Ademais, os sistemas tradicionais de produção de alimentos tendem a enfrentar dificuldades para se manterem competitivos, o que reforça a necessidade de adoção de tecnologias e práticas sustentáveis (Habib et al., 2025). Esse contexto impõe desafios significativos aos sistemas de produção agropecuários, especialmente no que se refere à necessidade de intensificação sustentável e à otimização do uso dos recursos produtivos disponíveis.

No Brasil, país com expressiva participação na produção e exportação de carne bovina, dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2024), referentes ao ano de 2023, indicam que a área de pastagens totaliza aproximadamente 161 milhões de hectares, com taxa média de lotação de 1,22 cabeças por hectare e um rebanho estimado em 197,18 milhões de cabeças, apesar de uma leve redução em relação ao ano anterior. Embora a magnitude dessas áreas represente elevado potencial produtivo, grande parte das pastagens ainda é manejada de forma inadequada, principalmente em função da escassez de informações técnicas sobre as condições ideais de crescimento e a composição bromatológica das forrageiras (Mori et al., 2024). Ademais, no contexto nacional, as pastagens frequentemente não são conduzidas como uma cultura agrícola, o que resulta em ineficiências nos processos produtivos, comprometimento da qualidade nutricional da forragem e, consequentemente, prolongamento do ciclo de produção da carne bovina. Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de adoção de práticas de manejo e estratégias tecnológicas que promovam maior eficiência na utilização das pastagens, contribuindo para o aumento sustentável da produtividade pecuária e para o atendimento da crescente demanda global por alimentos.

A pecuária enfrenta limitações associadas à sazonalidade na oferta de forragem, condição que se intensifica diante das alterações climáticas, as quais comprometem tanto a capacidade ingestiva quanto o desempenho produtivo dos animais (Soares et al., 2023). Além disso, a emissão de metano oriunda da fermentação ruminal apresenta relação direta com o consumo e a qualidade dos alimentos, o que evidencia a importância da adoção de moduladores

capazes de otimizar o processo fermentativo e aumentar a eficiência energética dos animais; a aplicação dessas estratégias, ao promover a redução da metanogênese, mostra-se alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que se refere à produção responsável e à mitigação das mudanças climáticas (Berchielli et al., 2011).

Os ionóforos constituem uma das principais ferramentas utilizadas para a modulação da fermentação ruminal, sendo empregados em diferentes fases dos sistemas de produção de ruminantes. Apesar de apresentarem mecanismos de ação semelhantes, os efeitos desses aditivos sobre o desempenho animal podem variar em função da dose administrada, das características fisiológicas dos animais e da composição da dieta (Pasqualino et al., 2020). A inclusão de ionóforos em misturas minerais configura-se como uma estratégia economicamente viável e de ampla aplicabilidade, especialmente em sistemas de produção a pasto, visando à melhoria do desempenho produtivo dos bovinos. Entretanto, a literatura reporta resultados inconsistentes quanto à utilização de aditivos em animais em pastejo, os quais podem ser atribuídos, principalmente, às variações diárias no consumo de suplementos e às limitações no controle da ingestão individual dos animais (Gobato et al., 2020; Soares et al., 2023).

Diante do exposto e da importância de aditivos alimentares na nutrição animal o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de 13 mg de narasina/kg de MS de gramíneas tropicais de alta, média e baixa qualidade sobre os parâmetros de fermentação ruminal, produção total de gases e metano *in vitro*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NARASINA

O principal objetivo da nutrição animal é maximizar a eficiência produtiva, o que implica na utilização de estratégias capazes de manipular a fermentação ruminal, com foco no aumento da digestibilidade da fibra, na manutenção do pH ruminal próximo à normalidade e na redução da incidência de distúrbios metabólicos; nesse contexto, a suplementação da dieta e o uso de aditivos configuram-se como estratégias para a correção de deficiências nutricionais das pastagens, promovendo maior eficiência na utilização de gramíneas tropicais e, consequentemente, incremento da rentabilidade em sistemas de produção de carne (Pires, 2010).

A narasina é um antibiótico ionóforo de classe não compartilhada, empregado na nutrição de ruminantes com o objetivo de aumentar a eficiência produtiva por meio da modulação da microbiota ruminal (Polizel et al., 2020). Assim como a monensina, apresenta caráter lipofílico e atua sobre a membrana celular, promovendo a redução de populações de bactérias Gram-positivas e protozoários, além de possível efeito inibitório sobre fungos. De acordo com Polizel et al. (2020), os ionóforos atuam modulando o ambiente ruminal, alterando o metabolismo de bactérias Gram-positivas, como as celulolíticas, proteolíticas e produtoras de lactato. Estudos mostram que a monensina pode reduzir a atividade de bactérias metanogênicas, diminuindo a disponibilidade de substratos para a produção de CH₄. Apesar de ainda não haver resultados conclusivos sobre o efeito da narasina nesse mesmo aspecto, acredita-se que sua ação moduladora sobre a microbiota ruminal possa promover efeitos semelhantes.

Esse aditivo altera as rotas fermentativas por meio da manipulação microbiana, apresentando afinidade lipofílica e ação direta sobre a membrana celular bacteriana. A suplementação de 13 mg de narasina por kg de matéria seca tem sido associada ao aumento da proporção de propionato, à redução do acetato e da relação acetato:propionato, além da diminuição da concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen (Soares et al., 2021).

A narasina apresenta potencial para melhorar o desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de forragem, sem comprometer o consumo de matéria seca de suplementos proteicos ou minerais, o que o caracteriza como uma alternativa nutricional viável para inclusão em suplementos minerais e proteicos de baixo consumo, com capacidade de

favorecer o desempenho de animais mantidos em pastagem (Limede et al., 2021; Soares et al., 2023).

A inclusão de narasina em dietas ricas em forragem, além de não comprometer o consumo, promove efeitos positivos e consistentes sobre as concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática, indicando potencial para reduzir a excreção excessiva de nitrogênio no rúmen, especialmente em condições nas quais forragens de qualidade intermediária não fornecem substratos energéticos suficientes para otimizar a sincronia entre a utilização de energia e proteína pelos microrganismos ruminais; adicionalmente, observa-se que doses mais baixas de narasina (13 ppm) resultam em menores concentrações de amônia ruminal quando comparadas a doses mais elevadas (20 ppm), evidenciando a influência direta da dose sobre as respostas metabólicas observadas (Polizel et al., 2020).

A utilização de narasina em cordeiros promove melhorias na fermentação ruminal e no desempenho de crescimento, sem efeitos adversos quando administrada em intervalos de 24 ou 48 horas; por outro lado, a ampliação do intervalo para 72 horas evidencia a importância da ingestão regular de ionóforos para a manutenção dos benefícios produtivos, aspecto particularmente relevante em sistemas de pastejo, nos quais a frequência de consumo de suplementos e minerais constitui um dos principais desafios e pode resultar em elevada variabilidade no desempenho de animais mantidos a pasto (Oliveira et al., 2022).

2.2 QUALIDADE DE FORRAGEM

Em sistemas de produção baseados em pastagens, a manutenção de uma oferta contínua de forragem de alta qualidade ao longo do ano é limitada pela sazonalidade climática, de modo que, no contexto da pecuária brasileira, observa-se a alternância entre o período das águas, caracterizado por maior disponibilidade e melhor valor nutritivo da forragem, e o período da seca, no qual ocorre redução da qualidade e, frequentemente, da quantidade de forragem disponível (Pires, 2010). (Figura 1).

Produção sazonal de forrageiras tropicais

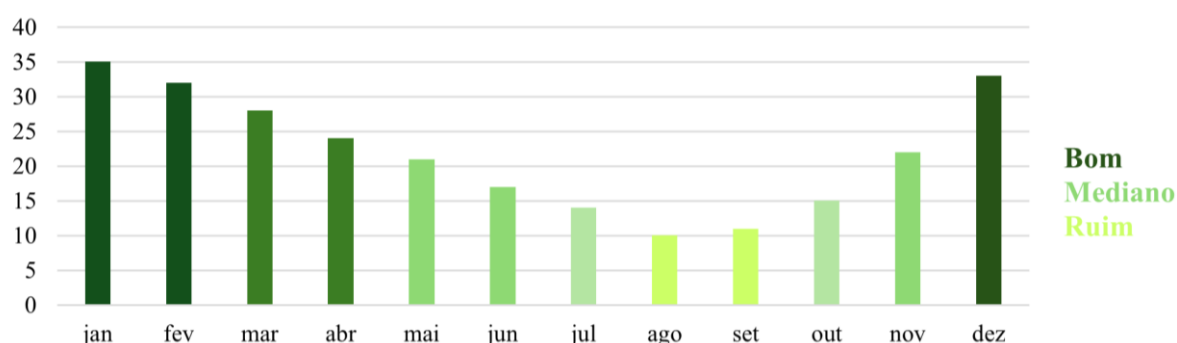


Figura 1: Produção sazonal de forrageiras tropicais. (Acervo pessoal)

Quando a forragem oriunda da pastagem constitui o único alimento disponível para os animais em pastejo, ela deve ser capaz de fornecer energia, proteína, vitaminas e minerais necessários para atender às exigências de manutenção e de produção animal. Diante das variações inerentes à produção de forrageiras ao longo do ano, torna-se necessário buscar alternativas que promovam maior eficiência no processo produtivo, tais como a adubação estratégica, a redução do número de animais por área, a suplementação nutricional e o uso de aditivos (Pires, 2010).

A ingestão de forragem por animais em pastejo é determinada por um conjunto de fatores que atuam em diferentes níveis do processo alimentar, incluindo aqueles relacionados à digestão, associados à maturidade da forragem, ao seu valor nutritivo e à digestibilidade, bem como fatores que influenciam o processo de ingestão propriamente dito, vinculados à apreensão e à colheita da forragem durante o pastejo; adicionalmente, aspectos relacionados aos requerimentos nutricionais e à demanda por nutrientes dos animais dependem tanto do estágio de desenvolvimento da planta quanto do nível de desempenho produtivo dos animais. Nesse contexto, a porção efetivamente pastejável do dossel forrageiro corresponde, predominantemente, à camada formada pelas lâminas foliares, de modo que, à medida que o pastejo avança em direção à camada das bainhas foliares, caracterizada por menor digestibilidade, observa-se redução na taxa de consumo, em função das restrições físicas impostas pela estrutura do dossel forrageiro (Berchielli et al., 2011).

A Figura 2 apresentada por Pires (2010) ilustra os fatores que compõem o ecossistema pastoril. O componente A representa os fatores climáticos não controláveis, como os períodos de águas e de seca. O fator B refere-se aos elementos relacionados ao solo e à planta, incluindo altura de pastejo, massa de forragem, composição química, estrutura do dossel e aceitabilidade,

os quais são diretamente influenciados pelas condições climáticas. O componente C está associado aos animais, que também sofrem influência tanto do clima quanto das práticas de manejo adotadas. Por sua vez, o consumo, representado pela porção D, constitui o elo entre solo, planta e animal, sendo determinado pelas características da forragem ingerida, as quais são regidas principalmente pela quantidade e pela qualidade do material disponível.

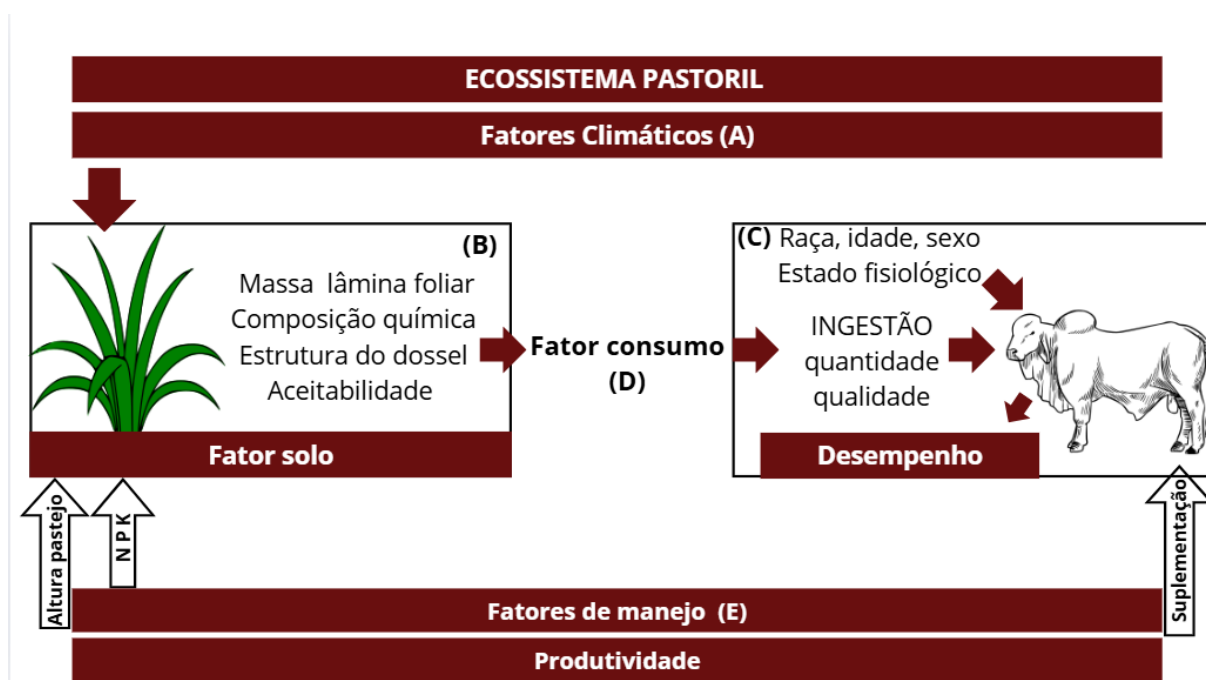


Figura 2: Componentes do ecossistema de pastoril. (Pires, 2010)

Nessas condições, entende-se que as deficiências nutricionais associadas às forrageiras podem ser inúmeras. Entretanto, Lazzarini et al. (2009) afirmam que a deficiência de compostos nitrogenados deve ser considerada prioritária, uma vez que limita as condições ruminais, compromete a atividade microbiana, reduz a ingestão e a digestibilidade da forragem e, por fim, restringe o desempenho animal.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade São Paulo (USP). Foram utilizados módulos automáticos de detecção de pressão (ANKOM, RF) para avaliar parâmetros de fermentação ao final de 30 horas de incubação.

O fluido ruminal foi colhido de duas novilhas providas de cânulas ruminais da raça Angus alimentadas com dietas de 50% concentrado 50% forragem. O fluido colhido foi coado

através de quatro camadas de gaze e o líquido transferido para uma garrafa térmica. O líquido ruminal foi transferido para um funil de separação, que foi saturado com nitrogênio e vedado com um tampão de borracha. O funil de separação foi colocado em uma estufa ventilada com a temperatura de 39°C por aproximadamente uma hora. Após o tempo alocado, e a ocorrência da estratificação do líquido ruminal, foi coletada a parte líquida da estratificação.

Os módulos de pressão de gás foram atribuídos aleatoriamente a um tratamento. Para cada garrafinha foram pesadas 1,6 g de amostra total, composta por 1,55 g de forragem e 0,050 g de suplemento mineral, contendo ou não narasina (na MS), 1,75 L de saliva artificial (McDougall's buffer) e 0,44 L de líquido ruminal, totalizando 150 mL da mistura em cada garrafinha. A saliva artificial foi preparada e o pH do tampão ajustado com HCl e NaOH para atingir um pH de 6,8. A composição dessa saliva sintética tem a seguinte composição: 34,3 g de NaHCO₃; 32,55 g de NaHPO₄. 12H₂O; 1,645 g de NaCl; 1,995g de KCl; 0,14 g de CaCl₂ anidro e 0,21 g de MgCl₂ anidro, totalizando em 3,5 L de saliva artificial.

O experimento foi realizado em esquema fatorial 2 × 3, sendo o fator 1 a inclusão (NAR) ou não (CON) de 13 mg de narasina/kg de MS, e o fator 2 a qualidade nutricional de capim tropical, sendo estas classificadas como alta (15,6%), média (8,0%) e baixa (5,0%) concentração de proteína.

Foram realizadas 2 rodadas de análise, sendo que em cada rodada foi preparado quatro frascos por tratamento, sendo utilizado para o inoculo, metade dos frescos com o líquido ruminal da novilha A e metade da novilha B, podendo obter variação animal. Inicialmente foi mensurado o pH do material para ser incubado. Houve a saturação da garrafa com nitrogênio em seguida foi tampada com seu módulo de pressão de gás ANKOM correspondente. As garrafas foram colocadas em uma incubadora e agitadas continuamente a uma temperatura de 39°C por 30 horas.

As leituras de pressão de gás em cada garrafa foram monitoradas e as gravações foram realizadas a cada 15 minutos. Após o tempo de incubação de 30h, uma alíquota do gás produzido de cada frasco foi colhida (10 mL) e encaminhada para a quantificação de metano.

Após a abertura dos frascos, o pH final do fluido foi quantificado, e duas alíquotas de 10 ml cada foram colhidas de cada frasco para quantificação dos ácidos graxos de cadeia curta (Fernández et al., 2016) e nitrogênio amoniacal (Broderick & Kang, 1980).

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS 9.4. A aproximação de Kenward-Roger foi utilizada para determinar o denominador dos graus de liberdade para o teste de efeito fixo. O modelo estatístico considerou como efeito fixo o tratamento e rodada. Os animais foram considerados efeito aleatório. Tendo como efeito significativo quando $P \leq 0,05$.

4 RESULTADOS

Não foi observada interação entre a inclusão de narasina e a qualidade do capim para nenhuma das variáveis avaliadas. Dessa forma, os resultados apresentados estão separados entre os fatores avaliados no estudo.

A suplementação com narasina promoveu aumento na proporção molar de propionato ($P < 0,01$) e redução na de butirato, diminuindo a proporções de acetato ($P 0,05$), não afetando o pH do fluido ruminal. Além disso, a inclusão de narasina reduziu a proporção molar dos isoácidos ($P < 0,01$) (isobutírico e isovalérico), a relação acetato:propionato (Ac:Prop) e a concentração de amônia ruminal ($P < 0,01$). A suplementação com 13 mg de narasina/kg de MS reduziu a produção total de gases ($P 0,03$), assim como a concentração de metano no gás produzido ($P < 0,02$). Adicionalmente, a inclusão de narasina aumentou a digestibilidade in vitro da MS após 30 horas de incubação ($P < 0,02$).

Em relação à qualidade da forragem, a proporção molar de acetato foi maior para a forragem com baixa concentração de proteína ($P < 0,01$), sendo os menores valores observados para a forragem de alta concentração. Para o propionato, os maiores valores foram registrados para as forragens de alta e média concentração de proteína em comparação à de baixa, o que resultou em uma menor relação acetato:propionato para as forragens Alta e Média em comparação à Baixa ($P < 0,01$). Já o butirato apresentou menores valores nos tratamentos Alta e Média em relação à Baixa ($P 0,03$).

Tabela 1. Parâmetros de fermentação ruminal in vitro com diferentes qualidades de forragem com ou sem a inclusão de 13 mg de narasina/kg de matéria seca

Item	Tratamentos					EPM	Valor de P		
	Narasina		Feno				Narasina	Feno	N × F
	0	13	Alta	Média	Baixa				
AGCC, mM/100mM									
Acetato	62,50	61,38	60,24 ^a	61,86 ^b	63,72 ^c	0,47	0,05	<0,01	0,39
Propionato	21,85	24,90	24,99 ^a	24,03 ^a	21,10 ^b	0,52	<0,01	<0,01	0,88
Isobutirato	1,42	1,17	1,35	1,27	1,26	0,04	<0,01	0,31	0,14
Butirato	9,83	9,13	9,30 ^a	9,22 ^a	9,92 ^b	0,15	<0,01	0,03	0,150
Isovalerato	2,27	1,65	2,13 ^a	1,79 ^b	1,95 ^{ab}	0,10	<0,01	0,03	0,12
Valerato	2,13	1,71	2,07 ^a	1,78 ^b	1,90 ^b	0,07	<0,01	<0,01	0,11
Total	23,54	24,76	29,66 ^a	21,88 ^b	20,91 ^b	1,36	0,45	<0,01	0,10
C2C3	2,84	2,48	2,44 ^a	2,58 ^a	2,97 ^b	0,06	<0,01	<0,01	0,96
pH final	6,87	6,87	6,77 ^a	6,88 ^b	6,95 ^b	0,02	0,90	<0,01	0,94
Amônia	8,29	7,03	9,80 ^a	7,49 ^b	5,69 ^c	0,12	<0,01	<0,01	0,66
Produção									
total de gás, mL/30h	108,9	96,8	148,1 ^a	99,8 ^b	63,5 ^c	3,95	0,03	<0,01	0,65
Concentração de metano, %	6,17	4,13	5,03	4,51	4,81	0,59	0,02	0,45	0,82
Digestibilidade, %	62,9	66,6	73,1 ^a	66,6 ^b	54,5 ^c	1,95	0,02	<0,01	0,67

¹N: efeito da inclusão 13 mg de narasina/kg de MS; F: efeito da qualidade do feno; N×F: interação entre inclusão de narasina e qualidade do feno; EMP: erro médio padrão.

A maior proporção de isovalerato foi observada na forragem de alta proteína, enquanto os menores valores ocorreram na Média, com a forragem Baixa apresentando valores intermediários (P 0,03). A proporção de valerato, assim como a concentração total de AGCC, foi maior na forragem Alta em comparação às demais qualidades (P <0,01). O menor valor de pH final foi observado na forragem de alta concentração de proteína, em relação aos demais tratamentos (P<0,01). Quanto à concentração de amônia, os maiores valores foram observados no tratamento Alta, enquanto os menores ocorreram no tratamento Baixa (P<0,01).

Em relação à produção de gases, a maior produção foi observada para a forragem de alta concentração de proteína, seguida da Média e, por fim, da Baixa concentração ($P < 0,01$). A concentração de metano no gás produzido não foi afetada pela qualidade da forragem. A forragem com maior digestibilidade *in vitro* (30 horas) foi a de alta concentração de proteína, seguida da Média, enquanto o menor valor foi observado para a forragem Baixa ($P < 0,01$).

5 DISCUSSÕES

A utilização de ionóforos na nutrição de ruminantes tem sido amplamente estudada em função de seus efeitos positivos sobre a fermentação ruminal e o desempenho produtivo dos animais. Tais efeitos decorrem da ação seletiva desses compostos sobre a microbiota ruminal, promovendo a inibição de bactérias Gram-positivas e favorecendo o crescimento de populações Gram-negativas, resultando em uma fermentação mais eficiente (Berchielli et al., 2011).

A narasina apresenta capacidade de modular o processo fermentativo ruminal, promovendo aumento da eficiência energética em decorrência da elevação da proporção molar de propionato e da redução da relação acetato:propionato, o que resulta em um padrão fermentativo mais eficiente e se reflete em melhores indicadores de desempenho animal, com maiores ganhos de peso ao final do período de suplementação (Polizel, 2025). De forma semelhante, a inclusão de narasina na dieta promoveu aumento das concentrações molares de propionato e de ácidos graxos voláteis totais, indicando a formação de um ambiente ruminal energeticamente mais eficiente, o que justifica os resultados semelhantes observados em estudos conduzidos *in vitro* (Limede et al., 2021).

No que se refere à concentração de amônia ruminal, Soares et al. (2021) relataram que a modificação do ambiente ruminal promovida pela narasina possibilita uma utilização mais eficiente do nitrogênio, o que pode explicar a redução nas concentrações de amônia e de isoácidos. Tal efeito sugere uma maior eficiência no processo fermentativo e, possivelmente, um incremento na síntese de proteína microbiana.

Os efeitos da narasina são dependentes da dose administrada, de modo que níveis excessivos podem exercer impacto deletério sobre a população microbiana ruminal; em ovelhas lactantes, a inclusão de 27 mg/kg de matéria seca resultou em redução do crescimento microbiano e em decréscimo no teor proteico do leite, evidenciando a importância do respeito às doses recomendadas pela literatura para assegurar a eficácia e a segurança do aditivo (Assis et al., 2020).

Com relação à qualidade da forragem, observa-se que materiais de menor valor nutritivo apresentam menor digestibilidade e taxa de passagem, o que contribui para o aumento das concentrações de amônia e isoácidos no rúmen, em decorrência de um ambiente fermentativo menos eficiente.

Em relação à digestibilidade *in vitro* da fibra, Santos et al. (2024) afirmam que esta depende das características físicas e químicas do material vegetal. No presente estudo, o tamanho de partícula foi padronizado, isolando-se o efeito físico e evidenciando-se a influência da composição química, notadamente dos carboidratos fibrosos e da concentração de lignina. A fração lignificada, por ser indigestível, limita o aproveitamento da fibra. Considerando o ciclo fisiológico e evolutivo das forrageiras, plantas em estádios mais avançados de maturação apresentam maior proporção de colmo — fração menos digestível e mais lignificada — e menor proporção de folhas, resultando em menor teor de proteína bruta, o que justifica os resultados observados (Oliveira et al., 2015).

6 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a narasina promoveu otimização consistente da fermentação ruminal *in vitro*, independentemente da qualidade da forragem avaliada, evidenciando seu potencial como modulador eficiente do metabolismo ruminal. Paralelamente, a qualidade da forragem exerceu influência determinante sobre os parâmetros fermentativos *in vitro*, destacando seu papel central na dinâmica do processo fermentativo e na magnitude das respostas observadas. Em conjunto, esses achados reforçam a importância da interação entre estratégias de modulação ruminal e características bromatológicas da forragem, fornecendo subsídios relevantes para o desenvolvimento de abordagens nutricionais mais eficientes e sustentáveis em sistemas de produção de ruminantes.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. *Beef Report 2024: perfil da pecuária no Brasil*. São Paulo: ABIEC, 2024.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal.Funep. 2º Ed. 2011.

Broderick, G. A., and J. H. Kang. 1980. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *J. Dairy Sci.* 63:64–75. doi:10.3168/jds.S0022-0302(80)82888-8

DE ASSIS, Rhaíssa G. *et al.* Use of narasin in diets for lactating ewes. **Small ruminant research: the journal of the International Goat Association**, v. 187, n. 106108, p. 106108, 2020.

FERNÁNDEZ, Rodrigo *et al.* Análise crítica de métodos para a medição de ácidos graxos voláteis. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology** , v. 46, n. 3, p. 209–234, 2016.

GOBATO, Luiz Guilherme Mezzena *et al.* Supplementation of grazing beef cattle with narasin. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 55, 2020.

HABIB, M.; SINGH, S.; JAN, S.; JAN, K.; BASHIR, K. The future of the future foods: understandings from the past towards SDG-2. *npj Science of Food*, v. 9, n. 1, p. 138, 2025.

LAZZARINI, Ítalo; DETMANN, Edenio; SAMPAIO, Cássio de Almeida; PAULINO, Mário Fonseca; VALADARES FILHO, Sebastião de Campos; SOUZA, Márcio de Oliveira; OLIVEIRA, Fernanda Assis. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2021–2030, 2009. ISSN 1806-9290.

LIMEDE, Arnaldo Cintra *et al.* Efeitos da suplementação com narasina, salinomicina ou flavomicina no desempenho e nas características da fermentação ruminal de bovinos *Bos indicus* Nelore alimentados com dietas à base de forragem. **Journal of animal science** , v. 99, n. 4, 202

Miszura, A. A., D. M. Polizel, J. P. R. Barroso, A. S. Martins, G. B. Oliveira, A. C. Limede, L. A. Sardinha, F. M. Neto, R. S. Marques, and A. V. Pires. 2019. Effects of feed additives on performance of yearling bulls fed high forage diet. *Journal of Animal Science*. 97:425–425. doi:10.1093/jas/skz258.843.

MORI, C. de; SANTOS, P. M.; BARRIOS, S. C. L.; ABREU, U. G. P.; BARIONI JÚNIOR, W. **Uso das práticas de manejo de forrageiras e de pastejo na bovinocultura de corte**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2024. Embrapa Série Documentos 146. 57 p

Organização das Nações Unidas. *World Population Prospects 2024: Summary of Results*. New York: United Nations, 2024.

OLIVEIRA, Gabriela B. *et al.* A frequência de ingestão de narasina afeta o metabolismo ruminal e o crescimento de cordeiros. **Animal Production Science** , v. 62, n. 9, p. 844–850, 2022.

OLIVEIRA, V. S.; MORAIS, J. A. S.; FAGUNDES, J. L.; SANTANA, J.; LIMA, I. G. S.; SANTOS, C. B. Produção e composição químico-bromatológica de gramíneas tropicais submetidas a dois níveis de irrigação à de Gramíneas Tropicais Submetidas a Dois Níveis de Irrigação. **Archives of Veterinary Science**, v. 20, n. 2, p. 27-36, 2015.

PASQUALINO, L. F., OLIVEIRA, G. B., MISZURA A. A., BARROSO, J. P. R., LIMEDE, A. C., SARDINHA, L. A., BIAVA, J. S., FERREIRA, E. M., PIRES, A. V., POLIZEL. D. M. 2020. Residual effect of narasin on ruminal fermentation characteristics in lambs. **Livestock Science**, v. 240, p. 104141, 2020.

PIRES, Alexandre Vaz. *Bovinocultura de corte*. Volume 1. Piracicaba: FEALQ, 2010.

POLIZEL, Daniel M. *et al.* Suplementação com narasina melhora o desempenho de crescimento em gado em pastejo. **Animals: an open access journal from MDPI** , v. 15, n. 13, p. 1939, 2025.

POLIZEL, Daniel M. *et al.* Efeitos da suplementação com narasina sobre a ingestão de matéria seca e as características da fermentação ruminal de novilhos *Bos indicus* alimentados com dieta rica em forragem. **Translational Animal Science** , v. 4, n. 1, p. 118–128, 2020.

REIS, *et al.* *Desempenho de animais da raça Nelore em diferentes sistemas de produção: confinamento vs. pastejo*. Dados compilados de experimentos conduzidos no Brasil, 2005.

SANTOS, Giovanna R. *et al.* Efeito dos diferentes métodos de análises de fibra sobre os cálculos de consumo e digestibilidade. ENCIVI, 2024.

SOARES, Letícia Carolina Bortolanza *et al.* Effects of narasin supplementation frequency on intake, ruminal fermentation parameters, and nutrient digestibility of *Bos indicus*, 2021.

SOARES, Letícia Carolina Bortolanza *et al.* Efeito residual da narasina sobre o consumo de ração e as características da fermentação ruminal em novilhos Nelore alimentados com dieta à base de forragem. *Translational Animal Science* , v. 7, n. 1, p. txad027, 2023.