



INCLUSÃO DE 3-NITRO-OXIPROPANOL NA DIETA DE BOVINOS ZEBUÍNOS (*BOS INDICUS*) CONFINADOS EM FASE DE TERMINAÇÃO: DESEMPENHO PRODUTIVO E EMISSÃO DE METANO ENTÉRICO

Maria Eugênia Gomes **Binhardi**¹; Elaine **Magnani**²; Bruna R. **Amâncio**³; Ana Laura **Lourenço**⁴;
Thiago H. **Silva**⁵; Eduardo M. **de Paula**⁶; Renata Helena **Branco**⁷

Nº 24711

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da inclusão de 3-nitrooxipropanol na dieta de bovinos *Bos indicus* confinados em fase de terminação sobre o desempenho produtivo e emissão de metano entérico. Foi avaliado os efeitos da alimentação em setenta e oito machos bovinos não-castrados da raça Nelore que permaneceram no confinamento por um total de 120 dias e foram estratificados em grupos de seis animais de acordo com o PC inicial e foram obtidos 13 blocos em um estudo de delineamento de blocos completos casualizados. Os tratamentos foram: 1) Controle negativo; 2) inclusão dietética de 65 mg/kg MS de 3-NOP e 3) inclusão dietética de 85 mg/kg MS de 3-NOP. A inclusão de 3-NOP nas dietas de touros Nelore não afetou significativamente os parâmetros de desempenho como peso corporal final, ganho médio diário e rendimento de carcaça, mas resultou em aumentos significativos no consumo de matéria seca. A inclusão de 3-NOP reduziu significativamente as emissões de metano em várias medidas, com a dose de 85 mg/kg MS mostrando as maiores reduções. Estes resultados sugerem que o 3-NOP pode ser uma estratégia eficaz para reduzir as emissões de metano na produção de gado de corte em condições tropicais, sem comprometer o desempenho produtivo dos animais.

Palavras-chaves: 3-NOP, confinamento, Gases de efeito estufa, Nelore, pecuária de corte, sustentabilidade.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Zootecnia, UNESP, Jaboticabal - SP; maria.binhardi@unesp.br

2 Autor, Bolsista Pós-doutorado (FUNDAG): Pós-Doutoranda do Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; lainemag@hotmail.com

3 Autor, Bolsista Treinamento Técnico nível 4 (FUNDAG): Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; bruna_roberta11@hotmail.com

4 Autor, Mestranda: Pós-Graduação do Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; analourenco_vet@outlook.com

5 Autor, Bolsista Pós-doutorado (FAPESP): Pós-Doutorando do Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; dasilvath2@gmail.com

6 Autor, Pesquisador do Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; emarostegandepaula@gmail.com

7 Orientador: Pesquisador do Instituto de Zootecnia, São José do Rio Preto - SP; renata@sp.gov.br

ABSTRACT – *The objective of this study was to evaluate the effect of including 3-nitrooxypropanol in the diet of confined Bos indicus cattle in the finishing phase on productive performance and enteric methane transfer. The effects of feeding were evaluated on seventy-eight non-castrated Nelore cattle males that were found in confinement for a total of 120 days and were stratified into groups of six animals according to the initial BW and 13 blocks were found in a randomized complete block design study. The treatments were: 1) Negative control; 2) dietary inclusion of 65 mg/kg DM of 3-NOP and 3) dietary inclusion of 85 mg/kg DM of 3-NOP. The inclusion of 3-NOP in the diets of Nelore bulls did not significantly affect performance disruptions such as final body weight, average daily gain and carcass yield, but recovered in significant increases in dry matter intake. The inclusion of 3-NOP significantly affects methane emissions by several measures, with a dose of 85 mg/kg DM showing the greatest reductions. These results suggest that 3-NOP can be an effective strategy to reduce methane emissions in beef cattle production in tropical conditions, without compromising the animals' productive performance.*

Keywords: 3-NOP, confinement, GHG, Nelore, beef cattle farming, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

À medida que os países buscam alcançar a neutralidade nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) até 2050, o setor de pecuária ruminante enfrenta uma crescente pressão para reduzir as emissões de metano entérico (CH_4). O Relatório Especial do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2018 enfatiza a necessidade de reduzir em 24-27% as emissões agrícolas de CH_4 para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C. A curta vida útil do metano na atmosfera em comparação ao dióxido de carbono o torna um alvo atraente para abatimento imediato do aquecimento global (Muller e Muller, 2017).

O CH_4 entérico dos ruminantes representa aproximadamente 4-6% das emissões globais de GEE antropogênicas (40% de todas as emissões da pecuária) (Gerber et al., 2013). Consequentemente, há uma demanda urgente por tecnologias e estratégias de mitigação com custo efetivo para reduzir a contribuição dos ruminantes às emissões de GEE (Beauchemin et al., 2020). Os ruminantes produzem CH_4 entérico durante a digestão dos alimentos no rúmen, onde os polissacarídeos são hidrolisados em glicose e outros compostos, que são posteriormente metabolizados em ácidos graxos voláteis, CO_2 e di-hidrogênio (H_2). O CO_2 e o H_2 se combinam para formar o CH_4 , que é expelido através da eructação, permitindo que os ruminantes obtenham nutrientes de forragens sem competir diretamente com os humanos. No entanto, o CH_4 é um GEE potente, com um potencial de aquecimento global 28 vezes maior que o CO_2 ao longo de um período de 100 anos (IPCC, 2013).

Foram propostas várias estratégias de mitigação para reduzir as emissões de CH₄, sendo o 3-nitrooxipropanol (3-NOP) um promissor inibidor de CH₄ em investigação (Hristov et al., 2015; Vyas et al., 2016a, 2018; Dijkstra et al., 2018; McGinn et al., 2019). O 3-NOP reduz efetivamente a metanogênese no rúmen ao inativar a enzima metilcoenzima M redutase usada pelas Archaea (Duin et al., 2016). Estudos consistentemente relatam reduções significativas de CH₄ de 33-84% em bovinos europeus alimentados com dietas contendo doses variadas de 3-NOP (Romero-Perez et al., 2014; Vyas et al., 2016a, 2018). Além disso, a alimentação de bovinos com 3-NOP não afeta negativamente o consumo de matéria seca (CMS) ou o desempenho de crescimento (Romero-Perez et al., 2015; Vyas et al., 2016a; Jayanegara et al., 2018), sugerindo que pode ser adicionado à dieta desses animais sem preocupações com a produtividade.

Além disso, as reduções de CH₄ devido à suplementação de 3-NOP parecem melhorar o desempenho e a eficiência energética (Vyas et al., 2016b), podendo impactar o rendimento da carcaça e as características da carne (Vyas et al., 2016b, 2018). Embora os efeitos do 3-NOP em bovinos *Bos taurus* sejam bem documentados, seu impacto em bovinos *Bos indicus* Zebu é limitado (Howes et al., 1963; Hegarty, 2004; Araújo et al., 2023). Considerando as diferenças nas dietas de confinamento entre o Brasil e a América do Norte (Vasconcelos e Galyean, 2007; Millen et al., 2009), investigar o potencial da suplementação de 3-NOP para reduzir as emissões de CH₄ em bovinos Zebu é crucial.

Até o momento, a dose ótima de 3-NOP para reduzir as emissões de CH₄ mantendo o desempenho de bovinos Zebu sob condições tropicais não foi efetivamente avaliada. Adicionalmente, Araújo et al. (2023) estudaram o efeito de duas doses de 3-NOP (100 e 150mg/kg MS) sobre o desempenho produtivo, balanço de nitrogênio e emissão de CH₄ de bovinos Nelore terminados em sistema de confinamento e detectaram redução consistente de emissão de CH₄ (~49.3%), produção de metano (~40.7), bem como sua intensidade (~38.6%). No entanto, doses reduzidas de 3-NOP em bovinos confinados (75 e 100 mg/kg MS) não foram avaliadas em situação tropical.

Incorporar o 3-NOP nas dietas de bovinos de corte em confinamentos comerciais pode permitir que os produtores participem dos mercados de carbono, negociando equivalentes de CO₂. Além disso, quaisquer melhorias no desempenho dos animais resultantes da suplementação de 3-NOP podem ajudar a compensar os custos adicionais associados ao aditivo alimentar. Portanto, é importante avaliar os efeitos do 3-NOP na mitigação do CH₄ e no desempenho dos animais.

A hipótese do trabalho foi de que a inclusão de 3-NOP melhore o desempenho produtivo e reduza a emissão de metano de bovinos zebuínos (*Bos indicus*) confinados na fase de terminação de uma maneira dose-dependente. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da alimentação de duas doses de 3-NOP (65 e 85mg/kg MS dietético) em bovinos de corte sobre o

consumo de alimentos, desempenho produtivo, saúde e produção de CH₄ entérico de bovinos de corte em sistema de confinamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia – Centro Avançado de Pesquisa em Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, Brasil. Todos os procedimentos com animais utilizados neste estudo foram conduzidos de acordo com as Diretrizes do Comitê de Cuidados e Uso de Animais da Instituição do Instituto de Pesquisa em Ciência Animal, em conformidade com a legislação brasileira para o uso de animais em relatórios científicos (Lei estadual 11.977, estado de São Paulo). O Comitê de Ética no Uso de Animais do Instituto de Zootecnia aprovou a execução deste estudo, sob o número de protocolo 249-19. Setenta e oito machos bovinos não-castrados da raça Nelore de 20 meses de idade, foram obtidos de uma fazenda comercial, com peso corporal médio de 420 ± 30 kg, foram alojados em baias individuais de concreto (2,0 m de largura \times 6,0 m de comprimento) com acesso *ad libitum* à ração e água.

Os animais permaneceram no confinamento por um total de 120 dias, sendo os primeiros 21 dias destinados à adaptação dos animais às dietas e instalações. Os animais foram estratificados em grupos de seis animais de acordo com o peso corporal (PC) inicial para obter 13 blocos em um estudo de delineamento de blocos completos casualizados, com 3 tratamentos e 26 animais por tratamento. Os tratamentos foram: 1) Controle negativo (dieta basal + núcleo mineral sem aditivo; CON), 2) inclusão dietética de 65 mg/kg MS de 3-NOP; e 3) inclusão dietética de 85 mg/kg MS de 3-NOP. O programa dietético de adaptação consistiu em alimentação *ad libitum* com 3 dietas de adaptação durante um período de 3 semanas (21 dias), com o nível de concentrado na dieta aumentando de 30% para 50% na semana 1, de 50% para 60% na semana 2 e de 60% para 75% na semana 3, com base na MS. Após 21 dias, a dieta de engorda consistiu em 11,8% de bagaço de milho, 37,8% de milho moído, 20,3% de polpa cítrica, 6,4% de grãos de destilaria seco (DDG), 18,4% de torta de algodão, 5,3% suplemento proteico mais premix mineral.

Os animais foram alimentados uma vez por dia, às 11:00 h. Os ingredientes e sobras de ração foram coletados e analisados quimicamente semanalmente de todos os animais, durante três dias consecutivos de cada semana durante todo o período experimental para avaliação do consumo de nutrientes. As amostras foram secas em uma estufa com circulação de ar forçada (60°C; 72 h) e moídas para passar por uma peneira de 1 mm (moinho Wiley) e foram submetidas à análise bromatológica para efetuar o consumo de nutrientes. As amostras foram analisadas de acordo com Detmann et al. (2021) para determinação de matéria seca (MS, método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM, método INCT-CA M-001/1), proteína bruta

(PB, método de Dumas), fibra em detergente neutro (FDN, método INCT-CA F-001/1), extrato etéreo (EE, método INCT-CA G-005/2). A matéria orgânica (MO) foi calculada como a diferença entre os teores de MS e MM.

Os animais foram pesados após um jejum de 16 horas nos dias 0, 21 (último dia da fase de adaptação) e 120 (último dia do período experimental). Além disso, os animais foram pesados sem jejum nos dias 56 e 84 para acompanhar o desempenho dos animais. O ganho médio diário (GMD) foi calculado utilizando três cenários diferentes, da seguinte forma: 1) Considerando apenas a fase de adaptação que foi realizada em 21 dias; 2) Considerando o período experimental após a fase de adaptação até o último dia do experimento, que foi realizado em 99 dias; 3) Considerando a fase de adaptação mais o período experimental que foi realizado em 120 dias. A eficiência alimentar foi calculada a partir do GMD e do consumo de matéria seca (CMS).

Emissões de metano: Para as emissões de metano, foram utilizados 16 animais/tratamento. As emissões de metano foram medidas utilizando a técnica do traçador hexafluoreto de enxofre (SF_6) (Johnson et al. 1995), onde as coletas foram realizadas em cada animal diariamente durante 5 dias consecutivos, durante os dias 107 a 112 do período experimental, conforme descrito anteriormente por Berndt et al. (2014). Os animais foram equipados com cabrestos coletores de gás 10 dias antes da amostragem de metano para permitir que os animais se adaptem aos cabrestos e facilitem a amostragem.

As amostras de gás expirado e eructado foram armazenadas em recipientes de coleta e substituídas em intervalos de 24 horas durante cinco dias consecutivos (amostragem contínua por 120 horas), totalizando cinco cilindros por animal. Para corrigir as concentrações atmosféricas de CH_4 , foram coletadas amostras de ar ambiente com dois cilindros de coleta por dia (basal). Ao final do período de amostragem, os cilindros foram enviados para a Embrapa Jaguariúna para análise e determinação dos gases SF_6 e CH_4 . Isso foi feito por cromatografia gasosa, em um cromatógrafo gasoso HP6890 (Agilent, San Jose, CA, EUA) equipado com detector de ionização de chama (FID) a 280 °C, coluna HP-Al / M megabore (0,53 μm , 30 m, para CH_4), com detector de ionização de chama e detector de captura de elétrons. A taxa de emissão de CH_4 (QCH_4) foi calculada a partir das concentrações medidas de CH_4 e SF_6 e da taxa conhecida de emissão de SF_6 , subtraindo as concentrações medidas desses gases no ambiente. Com os resultados da cromatografia gasosa, foi possível determinar os fatores de emissão de metano: g de CH_4 /dia, g de CH_4 /kg de CMS e g de CH_4 /GMD.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 indica que os pesos corporais iniciais são muito semelhantes entre os grupos, indicando que os touros começaram o experimento com pesos comparáveis e os pesos corporais finais também são semelhantes entre os grupos, sugerindo que a inclusão de 3-NOP não teve um efeito significativo no peso final. O consumo de matéria seca (CMS) da semana 2 (7-14 dias) teve um aumento significativo com o aumento da inclusão de 3-NOP, especialmente na dose de 85 mg. Na semana 3 (15-23 dias) e na dieta final (24-109 dias) embora não significativamente diferente, houve uma tendência de aumento do consumo de matéria seca. Esse aumento de CMS devido à suplementação de 3-NOP é um resultado ainda não relatado na literatura, mas a explicação teórica para este CMS aumentado pela suplementação de 3-NOP pode ser devida à elevação de H_2 no fluido ruminal (Melgar et al., 2020), o que leva ainda à regulação negativa das vias de geração de H_2 e à regulação positiva de H_2 vias de consumo, como a produção de propionato (Jayanegara et al., 2018) e concentrações mais altas de propionato no rúmen podem produzir um estado hipofágico no animal que resulta em fome mais cedo e em um intervalo entre refeições mais curto. Considerando o período total do experimento (7-109 dias) foi observado um aumento significativo no consumo total de matéria seca com a inclusão de 3-NOP. A inclusão de 3-NOP na dieta dos touros Nelore não teve efeitos significativos sobre o peso corporal final, ganho médio diário, eficiência alimentar, peso de carcaça quente, ganho de carcaça ou rendimento de carcaça.

Esta manutenção do consumo de matéria seca, aliada à redução nas emissões de metano, sugere que o 3-NOP pode ser integrado nas dietas de touros Nelore como uma estratégia eficaz para mitigar a produção de metano sem comprometer o desempenho alimentar. Esses resultados sugerem que, embora o 3-NOP possa aumentar o consumo de matéria seca, isso não necessariamente resulta em benefícios produtivos para touros Nelore alimentados com dietas ricas em grãos.

Tabela 1. Médias dos mínimos quadrados do desempenho de touros Nelore recebendo dieta controle (sem aditivo alimentar), 65 ou 85 mg de 3-NOP em dieta rica em grãos.

Item	Inclusão de 3-NOP, mg/kg MS			EPM	P-valor		
	0	65	85		Tratamento	Linear	Quadrático
n	25	25	25	-	-	-	-
Peso corporal com jejum							
Peso corporal inicial, kg	359.7	362.2	362.9	6.09	0.93	0.70	0.99
Peso corporal final, kg	528.3	534.2	531.8	8.61	0.89	0.70	0.77
GMD, kg/d	1.47	1.50	1.47	0.06	0.94	0.89	0.74
Ganho: Alimentação ²	0.136	0.132	0.127	0.004	0.24	0.13	0.47
CMS, kg/d, adaptação da semana 2 (7-14 d)	10.5 ^b	11.0 ^{ab}	11.5 ^a	0.222	0.01	0.003	0.47
CMS, kg/d, adaptação da semana 2 (15-23 d)	11.6	12.1	12.5	0.306	0.11	0.04	0.67



CMS, kg/d, dieta final (24-109 d)	10.7	11.4	11.8	0.382	0.14	0.05	0.79
CMS, kg/d, período total (7-109 d)	10.8 ^b	11.5 ^{ab}	11.9 ^a	0.267	0.01	0.003	0.70
CMS, % peso corporal	2.42 ^b	2.57 ^a	2.67 ^a	0.048	0.001	0.0004	0.48
Peso de carcaça quente, kg	302.4	301.7	304.4	5.097	0.93	0.85	0.73
Ganho de carcaça, kg/d	0.92	0.85	0.89	0.027	0.21	0.21	0.20
Rendimento de carcaça, %	56.8	56.5	56.7	0.359	0.88	0.80	0.66

^{a-c}Médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes, diferem pelo teste LSD ($P \leq 0.05$).

A tabela 2 apresentou os resultados das emissões de metano que apoiam a hipótese de que o 3-NOP atua como um inibidor da metanogênese, pois apresentou uma redução nas emissões entéricas de CH₄. As emissões diárias de CH₄ foram reduzidas quando suplementados com 65 e 85 mg/kg de MS de 3-NOP, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com Dijkstra et al. (2018), que observaram uma redução de 22% nas emissões de bovinos de corte com uma dose média de 123 mg/kg de MS de 3-NOP. Araújo et al. (2023) detectaram um declínio na produção de CH₄ ao suplementar touros Nelore nas condições brasileiras de 52,7 e 36% quando alimentado com 3-NOP em média 100 mg/kg MS contrastando com o presente estudo que detectou, em média, 43,9% de declínio na produção de CH₄ em comparação com um controle sem dieta suplementada. A inclusão de 3-NOP nas doses de 65 mg e 85 mg por kg de matéria seca resultou em uma redução significativa nas emissões de metano em diversas medidas (emissões diárias, anuais, por consumo de matéria seca, por ganho médio diário, por ganho de carcaça e por peso de carcaça quente). A maior dose de 85 mg/kg MS de 3-NOP foi mais eficaz na redução das emissões de metano em comparação com a dose de 65 mg/kg MS. Além disso, o consumo de matéria seca não foi afetado pela inclusão de 3-NOP, indicando que o aditivo não influenciou a ingestão alimentar dos animais.

A redução na emissão de metano sugere que o 3-NOP pode ser uma estratégia eficaz para mitigar a produção de metano em sistemas de produção de gado de corte, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Tabela 2. Médias dos mínimos quadrados do consumo de matéria seca e emissões de metano de touros Nelore recebendo dieta controle (sem aditivo alimentar), 65 ou 85 mg de 3-NOP em dieta rica em grãos.

Item	Inclusão de 3-NOP, mg/kg MS			EPM	P-valor		
	0	65	85		Tratamento	Linear	Quadrático
n	16	16	16	-	-	-	-
CMS, kg/d ¹	10.7	10.3	10.8	0.510	0.78	0.93	0.49
Emissão de metano							
CH ₄ , g/d	191.5 ^a	166.2 ^b	140.4 ^c	5.143	<0.0001	<0.0001	0.05
CH ₄ , kg/ano	69.88 ^a	60.65 ^b	51.25 ^c	1.877	<0.0001	<0.0001	0.05
CH ₄ , g/kg DMI	17.15 ^a	15.56 ^a	13.33 ^b	0.646	0.001	0.0006	0.12
Energia Bruta _{CH₄} perda, % GE	5.24 ^a	4.56 ^b	3.90 ^c	0.225	0.0005	0.0002	0.27
CH ₄ , g/kg GMD	119.5 ^a	105.2 ^b	93.64 ^b	4.618	0.0021	0.0008	0.37
CH ₄ , g/kg ganho de carcaça	214.3 ^a	198.2 ^a	156.8 ^b	11.07	0.002	0.003	0.06



CH ₄ , g/kg PCQ	0.638 ^a	0.547 ^b	0.462 ^c	0.202	<0.0001	<0.0001	0.12
----------------------------	--------------------	--------------------	--------------------	-------	---------	---------	------

^{a-c}Médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes, diferem pelo teste LSD ($P \leq 0.05$).

^{d-f}Médias dentro de uma linha com sobrescritos diferentes, diferem pelo teste LSD ($0.05 < P < 0.10$).

¹Considerando apenas o período de coleta de metano (5d).

²Energia bruta

3. CONCLUSÃO

O estudo indica que a inclusão de 3-NOP na dieta de touros Nelore não resulta em melhorias significativas no desempenho de crescimento ou rendimento de carcaça. Especificamente, os pesos corporais finais, ganhos médios diários, eficiências alimentares, pesos de carcaça quente, ganhos de carcaça e rendimentos de carcaça não foram significativamente afetados pela adição de 65 ou 85 mg de 3-NOP por kg de matéria seca. No entanto, observou-se um aumento significativo no consumo de matéria seca (CMS) com a inclusão de 3-NOP. Tanto o CMS absoluto quanto o CMS relativo ao peso corporal aumentaram de forma linear com a adição do aditivo, especialmente notável na dose de 85 mg/kg MS.

O estudo demonstra que a inclusão de 3-NOP nas dietas de touros Nelore, em doses de 65 mg/kg e 85 mg/kg de matéria seca, resulta em uma redução significativa nas emissões de metano. Especificamente, a emissão diária de metano (CH₄), as emissões anuais, a emissão por consumo de matéria seca (DMI), por ganho médio diário (GMD), por ganho de carcaça e por peso de carcaça quente (PCQ) foram todas reduzidas de forma significativa com a adição de 3-NOP, com a dose de 85 mg/kg MS mostrando as maiores reduções.

O 3-NOP tem potencial como aditivo alimentar para melhorar a sustentabilidade ambiental das operações de gado de corte, reduzindo significativamente as emissões de metano sem impactar negativamente o consumo de matéria seca e, por conseguinte, o desempenho produtivo dos animais.

4. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida. Agradeço ao Instituto de Zootecnia pela realização do experimento e por proporcionar a oportunidade de realizar minha iniciação científica em um ambiente enriquecedor. Agradeço a Unesp/FCAV pelo curso de graduação em Zootecnia. Agradeço a minha orientadora e coorientadores, cuja orientação foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Agradecimentos também a empresa DSM-Tortuga, pelo suporte financeiro ao presente estudo.



5. REFERÊNCIAS

- Alemu, A.W., L.K.D. Pekar, A.L. Shreck, C.W. Booker, S.M., McGinn, M., Kindermann, K.A. Beauchemin. 2021. 3-Nitrooxypropanol Decreased Enteric Methane Production From Growing Beef Cattle in a Commercial Feedlot: Implications for Sustainable Beef Cattle Production. *Front. Anim. Sci.* 2:641590. doi: 10.3389/fanim.2021.641590.
- AOAC, 2006. Official Methods of Analysis of AOAC International, 18th ed. ed, Association of Official Analysis Chemists International. Gaithersburg M.D. Araújo, T.L.R., C. H. S. Rabelo, A. S. Cardoso, V. V. Carvalho, T. S. Acedo, L. F. M. Tamassia, G. S. F. M. Vasconcelos, S. M. Duval, M. Kindermann, V. N. Gouvea, Marcia H. M. R. Fernandes, R. A. Reis. 2023. Feeding 3-nitrooxypropanol reduces methane emissions by feedlot cattle on tropical conditions. *J. Anim. Sci.* (in press) Beauchemin, K. A., Ungerfeld, E. M., Eckard, R. J., and Wang, M. (2020). Review: fifty years of research on rumen methanogenesis: lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal* 14, S2–S16. doi: 10.1017/S1751731119003100
- Berndt, A., T. M. Boland, M. H. Deighton, J. I. Gere, C. Grainger, R. S. Hegarty, A. D. Iwaasa, J. P. Koolaard, K. R. Lassey, D. Luo, R. J. Martin, C. Martin, P. J. Moate, G. Molano, C. Pinares-Patiño, B. E. Ribaux, N. M. Swainson, G. C. Waghorn, and S. R. O. Williams. 2014. Guidelines for use of sulphur hexafluoride (SF₆) tracer technique to measure enteric methane emissions from ruminants. In: M. G. Lambert, editor. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, New Zealand.
- BR-Corte: Tabela Brasileira de Exigências Nutricionais, 2016 Ed. Valadares Filho, et al. - 3. ed.- Viçosa (MG): UFV, DZO, 327 p. Detmann, E., Costa e Silva, L.F., Rocha, G.C., Palma, M.N.N., Rodrigues, J.P.P., 2021. Métodos para análise de alimentos., 2nd ed. Suprema, Visconde do Rio Branco (MG/Brazil).
- Dijkstra, J., Bannink, A., France, J., Kebreab, E., and van Gastelen, S. (2018). Short communication: Antimethanogenic effects of 3-nitrooxypropanol depend on supplementation dose, dietary fiber content, and cattle type. *J. Dairy Sci.* 101, 9041–9047. doi: 10.3168/jds.2018-14456
- Duin, E. C., Wagner, T., Shima, S., Prakash, D., Cronin, B., Yáñez-Ruiz, D. R., et al. (2016). Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 113, 6172–6177. doi: 10.1073/pnas.1600298113
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., et al. (2013). Tackling



Climate Change Through Livestock – A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível online no site: www.fao.org/3/a-i3437e.pdf

Hegarty, R. S. 2004. Genotype differences and their impact on digestive tract function of ruminants: a review. *Aust. J. Exp. Agr.* 44:459–467. doi:10.1071/EA02148.

Howes, J. R., J. F. Hentges, and G. K. Davis. 1963. Comparative digestive powers of Hereford and Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 22:22-26. doi:10.2527/jas1963.22122x.

Hristov, A. N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T. W., Harper, M. T., Weeks, H. L., et al. (2015). An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 112, 10663–10668. doi: 10.1073/pnas.1504124112

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2018). “Global warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty,” in Intergovernmental Panel on Climate Change, eds V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, et al. Jayanegara, A., K. A. Sarwono, M. Kondo, H. Matsui, M. Ridla, E. B. Laconi, and Nahrowi. 2018. Use of 3-nitrooxypropanol as feed additive for mitigating enteric methane emissions from ruminants: a meta-analysis. *Ital. J. Anim. Sci.* 17:650–656. doi:10.1080/1828051x.2017.1404945.

Johnson, K., M. Huyler, H. Westberg, B. Lamb, and P. Zimmerman. 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF₆ tracer technique. *Environ. Sci. Technol.* 28:359–362. doi:10.1021/es00051a025

McGinn, S. M., Flesch, T. K., Beauchemin, K. A., and Kindermann, M. (2019). Micrometeorological methods for measuring methane emission reduction at beef cattle feedlots: Evaluation of 3-nitrooxypropanol feed additive. *J. Environ. Qual.* 48, 1454–1461. doi: 10.2134/jeq2018.11.0412



Melgar, A., M. T. Harper, J. Oh, F. Giallongo, M. E. Young, T. L. Ott, S. Duval, and A. N. Hristov. Effects of 3-nitrooxypropanol on rumen fermentation, lactational performance, and resumption of ovarian cyclicity in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103:410–432. doi:10.3168/jds.2019-17085.

Millen, D. D., R. D. Pacheco, M. D. B. Arrigoni, M. L. Galyean, and J. T. Vasconcelos. 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sci.* 87:3427–3439. doi:10.2527/jas.2009-1880. Muller, R. A., and Muller, E. A. 2017. Fugitive methane and the role of atmospheric half-life. *Geoinfor. Geostat. Overview* 5, 2–7. doi: 10.4172/2327-4581.1000162

Romero-Perez, A., Okine, E. K., McGinn, S. M., Guan, L. L., Oba, M., Duval, S. M., et al. (2014). The potential of 3-nitrooxypropanol to lower enteric methane emissions from beef cattle. *J. Anim. Sci.* 92, 4682–4693. doi: 10.2527/jas.2014-7573

Romero-Perez, A., Okine, E. K., McGinn, S. M., Guan, L. L., Oba, M., Duval, S. M., et al. (2015). Sustained reduction in methane production from long-term addition of 3-nitrooxypropanol to a beef cattle diet. *J. Anim. Sci.* 93, 1780–1791. doi: 10.2527/jas.2014-8726

Vasconcelos, J. T., and M. L. Galyean. 2007. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 85:2772–2781. doi:10.2527/jas.2007-0261.

Vyas, D., Alemu, A. W., McGinn, S. M., Duval, S. M., Kindermann, M., and Beauchemin, K. A. (2018). The combined effects of supplementing monensin and 3-nitrooxypropanol on methane emissions, growth rate, and feed conversion efficiency in beef cattle fed high-forage and high-grain diet. *J. Anim. Sci.* 96, 2923–2938. doi: 10.1093/jas/sky174

Vyas, D., McGinn, S. M., Duval, S. M., Kindermann, M., and Beauchemin, K. A. (2016a). Effects of sustained reduction of enteric methane emissions with dietary supplementation of 3-nitrooxypropanol on growth performance of growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 94, 2024–2034. doi: 10.2527/jas.2015-0268

Vyas, D., McGinn, S. M., Duval, S. M., Kindermann, M., and Beauchemin, K. A. (2016b). Optimal dose of 3-nitrooxypropanol for decreasing enteric methane emissions from beef cattle fed high-forage and high-grain diets. *Anim. Prod. Sci.* 58, 1049–1055. doi: 10.1071/AN15705



18º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2024
27, 28 e 29 de agosto de 2024
ISSN: 2965-2812