

PERMITINDO A SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES COM DIETAS FORMULADAS PARA GERAR DIFERENTES RENDIMENTOS DE METANO

Rafael Silvio Bonilha Pinheiro¹

Antonio Carlos Homem Junior²

Maria Eduarda Batista Corse³

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro⁴

Avaliação das fontes e impactos das emissões de gases de efeito estufa, bem como estratégias para redução dessas emissões

Resumo

As emissões de gases de efeito estufa da pecuária brasileira pode ser minimizadas e, assim, contribuir com a melhoria do meio ambiente e proporcional a produção animal mais sustentável. No entanto, ainda é escassa na literatura alternativas para redução significativa da produção de metano (CH₄) gerada pela pecuária. Assim, pesquisas com este objetivo são oportunas para buscar alternativas mais sustentáveis. Portanto, objetivou-se determinar a produção *in vitro* de CH₄ de diferentes dietas para ruminantes. As dietas foram incubadas em incubadora orbital shaker. Os gases produzidos foram coletados por sistema capilar e para determinar a concentração de metano no gás produzido durante a fermentação *in vitro*, uma alíquota de gás foi coletada diretamente dos fermentadores com uma seringa por meio de um septo e imediatamente injetada em um cromatógrafo de gás equipado com um metanador e um detector de ionização de chama com argônio como gás de arraste. Os dados foram analisados no SAS. O volume total de gás e a produção de metano da dieta de alto rendimento foi maior (P < 0,05) do que a dieta de baixo rendimento. Concluiu-se que as dietas formuladas foram avaliadas por fermentação *in vitro* e confirmaram alta e baixa produção de metano, o que traz benefícios ambientais e maior eficiência na produção de ruminantes. Essas informações são valiosas para auxiliar na formulação de dietas e mitigar a produção de metano no rúmen, estando em consonância principalmente com objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) consumo e produção responsáveis.

¹ Prof. Dr. Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Botucatu, Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva, rafael.pinheiro@unesp.br.

² Aluno do Curso de Doutorado da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Jaboticabal, Departamento de Zootecnia, achomemj@bol.com.br.

³ Aluna do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Botucatu, Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva, maria.corse@unesp.br.

⁴ Profa. Dra. Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Botucatu, Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente, juliana.heloisa@unesp.br.

Palavras-chave: Efeito estufa; Fermentação ruminal; Meio ambiente; Pecuária.

INTRODUÇÃO

As emissões de gases de efeito estufa da pecuária pode ser minimizadas e, assim, melhorar o cenário da pecuária como emissora no Brasil e em outras regiões importantes do mundo na produção pecuária. Os ruminantes são uma fonte de produção de CH₄ (Króliczewska *et al.*, 2023). No entanto, essa quantidade pode ser manipulada, uma vez que a produção de metano em ruminantes provém principalmente da fermentação ruminal, que está relacionada ao tipo de animal, consumo e digestibilidade da alimentação (Rivera *et al.*, 2010). Além disso, as emissões de CH₄ representam uma fração significativa da energia dietética perdida pelos ruminantes (Nunoi *et al.*, 2019). Assim, objetivou-se com este trabalho determinar a produção *in vitro* de metano (CH₄) de diferentes dietas para ruminantes.

METODOLOGIA

O presente estudo foi submetido (Protocolo 004/2031) e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da instituição em que foi executado o estudo. A análise da produção de gás *in vitro* foi realizada na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil.

Os ruminantes adaptados com cânula ruminal (recebendo dieta basal composta de 50% de silagem de milho e 50% de concentrado composto de milho e farelo de soja) foram utilizados como doadores do fluido ruminal. A dieta basal foi fornecida aos animais às 8h e às 17h, durante 15 dias para adaptação da dieta antes da coleta do fluido ruminal. Após adaptação da dieta, antes da primeira alimentação do dia, o conteúdo ruminal foi coletado e filtrado por meio de membrana de nylon (100 µm), e o fluido ruminal coletado foi utilizado para incubação *in vitro* das dietas (Holden, 1999).



As dietas foram incubadas em incubadora orbital shaker (80 rpm) a 39°C em ambiente escuro. Também foi utilizado o branco, que continha apenas o líquido ruminal, sem a amostra das rações. Os gases produzidos foram coletados por sistema capilar e armazenados em recipiente plástico; onde foram realizadas medições na altura da coluna de gás do recipiente para a produção total de gás após 24 h de incubação (Homem Junior *et al.*, 2017).

Para determinar a concentração de metano no gás produzido durante a fermentação *in vitro*, 1 ml de uma alíquota de gás foi coletada diretamente dos fermentadores com uma seringa através de um septo e imediatamente injetada em um cromatógrafo de gás equipado com um metanador e um detector de ionização de chama com argônio como gás de arraste a uma vazão de 25 mL/min e uma temperatura de forno de 70°C. A calibração foi realizada com uma mistura padrão de CH₄ de acordo com Morgado *et al.* (2013). As áreas de pico foram integradas usando o software ChromQuest 5.0.

As dietas foram formuladas para conter 12,5% de proteína bruta e para obter ganho diário de 1,10 kg, usando valores de produção de metano obtidos anteriormente para cada ingrediente para obter diferentes rendimentos de metano e a produção de metano foi avaliada por incubação *in vitro* usando os métodos descritos acima.

Um delineamento de blocos casualizados foi empregado para avaliar o volume total de gases produzidos durante 24 h e o metano produzido com as dietas formuladas para alto e baixo rendimento de metano, utilizando três períodos de incubação e sete repetições por dieta por período, totalizando 21 repetições por dieta. Os dados foram testados quanto à normalidade dos erros e então submetidos à análise de variância usando o procedimento SAS GLM, versão 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume total de gás e a produção de metano (mL/g na matéria seca incubada) da dieta de alto rendimento foi maior ($P < 0,05$) do que a dieta de baixo rendimento, conforme demonstrado na Tabela 01. O uso de métodos *in vitro* tem algumas vantagens, como simplicidade e facilidade de execução, um alto número de rações que podem ser avaliadas concomitantemente e com redução de custo. A estratégia de produção de gás *in vitro* é preferida à técnica *in vivo* devido à ferramenta barata e adequada para uso em países em desenvolvimento (Vallejo *et al.* 2016). O manejo alimentar pode ser uma estratégia importante para mitigar o metano produzido por ruminantes e apontar para sistemas mais produtivos e economicamente sustentáveis (Rira *et al.*, 2016).

Tabela 01: Variáveis obtidas na fermentação *in vitro* de dietas formuladas para gerar diferentes rendimentos de metano (alto e baixo).

Variável	Rendimento de metano		Valor-p ^a	MEP ^b
	Alto	Baixo		
^c Total de gás produzido mL	212,98 a	197,44 b	< 0.0001	8.24
^d CH ₄ mL/g DM incubado	21.55 a	13.86 b	0.0006	2.92

^a Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente ($P > 0,05$). ^b Média de erro padrão. ^c Volume total de gases produzidos durante 24 horas de incubação. ^d Produção de metano (litros) por peso (kg) de matéria seca incubada na ração.

As informações sobre o potencial de produção de metano das dietas são de suma importância, especialmente para técnicos que podem usá-las para mitigar as emissões de metano por ruminantes e se beneficiar do melhor uso da energia da dieta. Este estudo (Tabela 01) obteve resultados demonstrando que é possível manipular a dieta para produção eficiente e sustentável de ruminantes com menor produção de metano.



CONCLUSÕES

As dietas formuladas foram avaliadas por fermentação *in vitro* e confirmaram alta e baixa produção de metano, o que traz benefícios ambientais e maior eficiência na produção de ruminantes. Essas informações são valiosas para auxiliar na formulação de dietas e mitigar a produção de metano no rúmen.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa do primeiro autor. A UNESP pelo auxílio na realização dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

Holden, A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, 82, 1791-1794, 1999. DOI [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)

Homem Junior, A.C.; Ezequiel, J.M.B.; Fávoro, V.R.; Almeida M.T.C.; Paschoaloto, J.R.; D'Áurea, A.P., Car V.B.; Nocera, B.F.; Cremasco, L.F. Methane production by *in vitro* ruminal fermentation of feed ingredients. **Semina: Ciências Agrárias**, 2017,38, 877-884. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n2p877

Króliczewska, B.; Pecka-Kiełb, E., Bujok, J. Review: Strategies used to reduce methane emissions from ruminants: contro-versies and issues. **Agriculture**, 13, 602, 2023. DOI <https://doi.org/10.3390/agriculture13030602>

Morgado, E.S.; Ezequiel, J.M.B.; Homem Junior, A.C.; Galzerano, L. Potential of methane and carbon dioxide *in vitro* pro-duction of ingredients used in diets for sheep. **Brazilian Journal Animal Science**, 14, 413-417, 2013. DOI <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v14I4.18096>



Nunoi, A.; Wanapat, M.; Foiklang, S.; Ampapon, T.; Viennasay, B. Effects of replacing rice bran with tamarind seed meal in concentrate mixture diets on the changes in ruminal ecology and feed utilization of dairy steers. **Tropical Animal Health and Production**, 2019, 51, 523-528. DOI: 10.1007/s11250-018-1719-z

Rira, M.; Morgavi, D.P.; Popova, M.; Marie-Magdeleine, C.; Silou-Etienne, T., Archimède, H.; Doreau, M. Ruminal meth-anogens and bacteria populations in sheep are modified by a tropical environment. **Animal Feed Science and Technology**, 220, 226-236, 2016. DOI <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.010>

Rivera, A.R.; Berchielli, T.T.; Messana, J.D.; Velasquez, P.T.; Franco, A.V.M.; Fernandes, L.B.; Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010, 39, 617-624. DOI <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000300022>

SAS Institute. Statistical analysis system (8 ed.). Cary, 2001, NC: SAS Institute Incorporated.

Vallejo, L.H.; Salem, A.Z.M.; Kholif, A.E.; Elghangour, M.M.M.; Fajardo, R.C.; Rivero, N.; Bastida, A.Z.; Mariezcurrena, M.D. Influence of cellulase or xylanase on the in vitro rumen gas production and fermentation of corn stover. **Indian Journal of Animal Sciences**, 86, 70-74, 2016. DOI <https://doi.org/10.56093/ijans.v86i1.55025>