



PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS E ESTABILIDADE DO PH RUMINAL EM BOVINOS ZEBUÍNOS SUPLEMENTADOS COM IONÓFOROS: META- ANÁLISE

Ana Clara Nogueira Gonçalves¹

Ingrid Guidi Ribeiro¹

Danilo Pereira e Araújo¹

Letícia Gobbo Oliveira¹

Mariana Braga Jordão¹

Rafahel Carvalho de Souza²

Alan Figueiredo de Oliveira²

INTRODUÇÃO: A eficiência dos sistemas de produção de bovinos de corte está diretamente relacionada ao adequado funcionamento do rúmen, uma vez que a fermentação ruminal é responsável pela conversão dos carboidratos da dieta em ácidos graxos voláteis (AGVs), principais fontes de energia para os ruminantes. O perfil desses AGVs, especialmente as proporções de acetato, propionato e butirato, influencia não apenas o metabolismo energético, mas também a estabilidade do pH ruminal, fator essencial para a manutenção da saúde ruminal e do desempenho animal (Van Soest, 1994). Em bovinos zebuínos, predominantes nos sistemas tropicais, dietas baseadas em volumosos e concentrados podem resultar em variações acentuadas no pH ruminal, comprometendo a atividade microbiana e a eficiência da fermentação. Nesse contexto, a utilização de aditivos nutricionais capazes de modular a microbiota ruminal tem sido amplamente estudada. Os ionóforos destacam-se por sua capacidade de alterar seletivamente populações microbianas, promovendo mudanças no padrão de fermentação ruminal, com reflexos diretos sobre o perfil de AGVs e a estabilidade do pH (Russell; Strobel, 1989). A suplementação com ionóforos favorece o aumento da produção de propionato em detrimento do acetato, além de reduzir a produção excessiva de lactato, contribuindo para um ambiente ruminal mais estável. Dessa forma, compreender os efeitos desses aditivos sobre o perfil de AGVs e o pH ruminal é fundamental para otimizar a eficiência alimentar e a sustentabilidade dos sistemas de produção. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de uma meta-análise, os efeitos da suplementação com ionóforos sobre o perfil

¹Discente do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

²Docente do curso de Medicina Veterinária na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

de ácidos graxos voláteis e a estabilidade do pH ruminal em bovinos de corte zebuínos.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho consistiu em uma revisão sistemática com meta-análise, conduzida para avaliar os efeitos da suplementação com ionóforos em bovinos de corte zebuínos (*Bos taurus indicus*). A seleção dos estudos seguiu as diretrizes do PRISMA, adotando o modelo PICO, considerando animais suplementados com ionóforos em comparação a grupos controle. A busca bibliográfica foi realizada nas bases Scopus, Web of Science, Embase e PubMed, incluindo estudos experimentais publicados em periódicos revisados por pares. Foram incluídos trabalhos que avaliaram variáveis relacionadas ao desempenho produtivo, fermentação ruminal e emissões de metano. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, 69 estudos foram incluídos na meta-análise. Os dados foram analisados por meio de modelos de efeitos aleatórios, estimando-se diferenças médias e intervalos de confiança de 95%.

RESULTADOS e DISCUSSÃO: A meta-análise evidenciou que a suplementação com ionóforos promoveu alterações significativas no perfil de ácidos graxos voláteis em bovinos zebuínos. Observou-se redução aproximada de 3,9% na proporção de acetato ruminal e aumento de cerca de 18,4% na concentração de propionato, em relação ao grupo controle, indicando redirecionamento da fermentação para vias metabolicamente mais eficientes (Tabela 1).

Tabela 1: Efeitos da suplementação com ionóforos sobre o perfil de ácidos graxos e pH ruminal em bovinos de corte zebuínos.

Parâmetros	Grupo controle	Número de comparação	Diferença média (IC 95%)		Heterogeneidade	
			Efeito aleatório	P-value	I ² (%)	P-value
Acetato ruminal (mmol/100 mmol)	68,8	62	-2,69 [-3,88; -1,49]	<0,001	98,1	<0,001
Propionato ruminal (mmol/100 mmol)	18,9	62	3,48 [1,94; 5,02]	<0,001	94,6	<0,001
Butirato ruminal (mmol/100 mmol)	10,3	62	-1,72 [-2,44; -1,01]	<0,001	95,7	<0,001
pH ruminal	6,54	38	0,032 [-0,007; 0,071]	0,102	77,1	<0,001
Amônia ruminal (mg/dL)	12,0	87	-0,95 [-1,40; -0,496]	<0,001	77,9	<0,001

IC = intervalo de confiança; I² = proporção da variação total das estimativas do tamanho do efeito atribuída à heterogeneidade; valor de P para o teste χ^2 (Q) de heterogeneidade.

A proporção de butirato também apresentou redução média de aproximadamente 16,7%. Em relação ao pH ruminal, não foram observadas alterações significativas, evidenciando manutenção da estabilidade do ambiente ruminal com o uso de ionóforos. Por outro lado, a concentração de amônia ruminal foi reduzida em aproximadamente 7,9%, sugerindo maior

eficiência na utilização do nitrogênio no rúmen. Essas mudanças refletem a modulação da fermentação ruminal promovida pelos ionóforos, favorecendo vias fermentativas mais eficientes do ponto de vista energético. O aumento do propionato é particularmente relevante, uma vez que esse AGV atua como principal precursor da glicose hepática em ruminantes. Além disso, a maior produção de propionato está associada à menor liberação de hidrogênio durante a fermentação, contribuindo para um ambiente ruminal mais equilibrado (Russell; Strobel, 1989). Paralelamente, a redução do acetato indica menor produção de hidrogênio e menor predisposição a distúrbios fermentativos. Observou-se também maior estabilidade do pH ruminal nos animais suplementados com ionóforos, resultado associado à menor produção de lactato e à manutenção de uma microbiota ruminal mais eficiente. A ação seletiva dos ionóforos sobre bactérias Gram-positivas, muitas delas produtoras de lactato, favorece indiretamente a proliferação de bactérias Gram-negativas, resultando em fermentação mais homogênea e menor variação do pH (McGuffey *et al.*, 2001). Além disso, o aumento da produção de propionato está relacionado ao estímulo do desenvolvimento das papilas ruminais, promovendo maior proliferação das células epiteliais e aumento da área de absorção dos AGVs. Esse efeito contribui para melhor aproveitamento dos produtos da fermentação e reforça o papel dos ionóforos na melhoria da saúde e funcionalidade do rúmen. Resultados semelhantes são reportados na literatura, indicando que os ionóforos promovem ambiente ruminal mais estável e eficiente, especialmente em sistemas tropicais com bovinos zebuínos (Beauchemin *et al.*, 2008; Hristov *et al.*, 2013). **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A meta-análise demonstrou que a suplementação com ionóforos promoveu alterações consistentes no perfil de ácidos graxos voláteis em bovinos de corte zebuínos. De forma integrada, os resultados indicam que os ionóforos modulam a fermentação ruminal ao favorecer o aumento do propionato e a redução do acetato, promovendo maior eficiência energética e melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta.

Palavras-chave: ionóforos. Ácidos graxos voláteis. pH ruminal. Bovinos zebuínos.

Keywords: ionophores. Volatile fatty acids. Ruminal Ph. Ruminal fermentation. Zebu cattle.

REFERÊNCIAS

BEAUCHEMIN, K. A. et al. **Nutritional management for enteric methane abatement: a review.** Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 48, n. 2, p. 21–27, 2008.

- HRISTOV, A. N. et al. **Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options.** Journal of Animal Science, v. 91, n. 11, p. 5045–5069, 2013.
- MCGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. **Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook.** Journal of Dairy Science, v. 84, p. E194–E203, 2001.
- RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. **Effect of ionophores on ruminal fermentation.** Applied and Environmental Microbiology, v. 55, n. 1, p. 1–6, 1989.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- MIZURA, C. C. et al. **Effects of ionophores on performance and ruminal fermentation of beef cattle: a meta-analysis.** Animal Feed Science and Technology, v. 307, p. 115128, 2023.