XV Colóquio Técnico Científico de Saúde Única,
Ciências Agrárias e Meio Ambiente

PAPEL DO BUTIRATO NA ACIDOSE RUMINAL: MORFOLOGIA E BIOQUÍMICA - REVISÃO DE LITERATURA

Paula Izabella Alves da Rocha[1]*, Lohana de Oliveira Lucena[1], Matheus Rodrigues de Almeida Santos[1], Carlos Augusto Lopes Silva [1], Larissa Araújo Godoy[2], Naiara Cristina dos Santos Silveira[3].

*[1]Discente no Curso de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil – *Contato: paulaizabellaalves@gmail.com*
[2]Doutoranda em Zootecnia – Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG – Belo Horizonte/MG – Brasil
[3]Doutoranda em Ciência Animal - Universidade Estadual Paulista - Unesp - Jaboticabal/SP - Brazil

INTRODUÇÃO

A dieta dos ruminantes, composta por forragem e concentrado, exerce influência determinante na modulação da microbiota ruminal. A fermentação microbiana resulta na produção de ácidos graxos voláteis (AGVs), que são absorvidos pelo epitélio ruminal e transportados pela corrente sanguínea, onde exercem funções metabólicas essenciais.[1]

Para maior eficiência produtiva, dietas com altos teores de concentrado são comumente utilizadas, por fornecerem energia rápida em menor volume.[1] Entretanto, essas proporções elevadas afetam diretamente o consumo, o perfil microbiano, comprometendo a capacidade depurativa e absortiva do rúmen, reduzindo o pH e desencadeando a acidose ruminal. Sendo o butirato o principal AGV associado à integridade epitelial, sua ação regenerativa é prejudicada em ambientes de baixo pH.[1] Diante disso, o presente estudo tem como objetivo abordar os principais desafios da acidose vivenciados em grande parte por vacas leiteiras e a funcionalidade do butirato no distúrbio metabólico.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi construído a partir da análise de artigos científicos e documentos pertinentes, nos quais foi realizada uma revisão de literatura contendo todos os critérios de relevância dentro do tema principal e seus principais desdobramentos. Os meios de consultas estão contidos em diversos bancos de dados, incluindo Google Acadêmico, Portal Capes, Scielo e Science Direct. Foram empregadas as palavras-chave ácidos graxos voláteis, rúmen, antioxidante, fisiologia, microbiota, fibra, carboidrato, epitélio e bovinocultura.

RESUMO DE TEMA

A morfologia da parede interna do rúmen é composta, macroscopicamente, pelas papilas, cujo tamanho varia de acordo com a localização. Microscopicamente, o tecido que compõe a parede do rúmen, do lúmen até a cavidade abdominal, é dividido em quatro camadas de células: mucosa, submucosa, túnica muscular e túnica serosa.[1] A mucosa e a submucosa são responsáveis pelas funções absortivas e protetoras da parede ruminal, sendo as células epiteliais divididas em quatro camadas: estrato córneo, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal.[1] O número de camadas celulares é variável e é estabelecido pelos efeitos da dieta, taxa de proliferação microbiana, diferenciação e descamação celular. A camada externa desenvolve um papel protetivo importante, atuando como proteção física contra microrganismos e a abrasão proveniente da digesta.[1] A inibição da motilidade ruminal ocorre devido à estimulação dos AGV nos receptores químicos epiteliais, resultando na redução do consumo associado à acidose subclínica ou clínica. Os ácidos graxos voláteis, especialmente o butirato, corrobora para a estase ruminal, especialmente em altas concentrações e com pH reduzido.[1]

Essas dietas altamente fermentáveis, convertidas em AGV e lactato, liberam prótons que desafiam a saúde ruminal e os mecanismos tampões, como o bicarbonato e o fosfato presentes na saliva.[2,4] A presença de fibra efetiva (FDNfe) na dieta densa pode desempenhar um papel tamponante, estimulando a mastigação e, consequentemente, a produção de saliva; da mesma forma, a diminuição da FDNfe favorece o efeito contrário.[7] A acidose ruminal subaguda (SARA) resulta na manifestação clínica de diversos empecilhos, como: anorexia leve e transitória, diarreia intermitente, desidratação, escore corporal inadequado, depressão, redução da motilidade ruminal, laminite, abscessos inexplicáveis e queda na produção de leite.[2] Os valores de pH podem variar de acordo com o local de coleta e o ecossistema microbiano, sendo que a oferta de amidos favorece bactérias amilolíticas, que atuam em pH mais baixo (entre 5,5 e 6,5), inibindo as celulolíticas, que preferem pH mais alto (de 6 a 7).[2,7] Contudo, quando se tem uma queda do pH com valores abaixo de 5,5, ocorre o crescimento da bactéria gram-positiva *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus*, produtora de ácido lático. Com isso, até as bactérias amilolíticas vão deixar de existir no ecossistema microbiano ruminal.[4]

Apesar de cada AGVCC individual liberar um íon H^+ ao se dissociar, o tipo de AGVCC formado durante a fermentação pode influenciar na quantidade total de ácido gerado por unidade de hexose fermentada. Por exemplo, 1 mol de glicose resultará em 2 mol de ácido propiônico, 2 mol de ácido acético e 1 mol de ácido butírico, os quais desempenham papéis individuais na regulação ácido-base.[2]

A neutralização dos AGV dissociados depende da quantidade de bicarbonato presente no rúmen, o qual ajuda a manter a saúde ruminal, uma vez que também é reciclado para dentro do lúmen. O fluxo de AGV — seguindo o fluxo de absorção (butirato > propionato > acetato) — dissociados despolariza a membrana, favorecendo o efluxo de amônio e a entrada de mais bicarbonato e ureia, garantindo nutrientes para a microbiota ruminal.[2] Os protozoários presentes no rúmen desempenham um papel fundamental na metanogênese e na regulação da população de bactérias amilolíticas, aumentando os níveis de AGVs e de nitrogênio amoniacal. O material particulado das fibras fornece alimento para os protozoários, que, assim, atuam em simbiose com outras bactérias, ajudando no balanço ácido-base.[3]

Um estudo realizado sugere que mudanças bruscas na dieta e a alimentação conjunta de animais de faixas etárias distintas têm um efeito psicológico sobre o comportamento animal, criando um ambiente de competição que leva ao consumo precoce e excessivo, tendo maior propensão ao distúrbio metabólico.[4] Como descrito anteriormente, o ácido butírico desempenha um papel importante no tecido epitelial, influenciando o crescimento e o desenvolvimento da parede ruminal. As lesões apresentadas em ruminantes como a hiperemia e a hiperqueratose da mucosa ruminal são respostas adaptativas que buscam proteger o órgão em casos de agressões de baixa intensidade, especialmente pela hiperqueratinização do epitélio.[5,9] Todavia, o aumento das concentrações de butirato, juntamente com a acidose ruminal, desencadeia uma reação exagerada na proliferação celular, levando à paraqueratose, ruminite, dentre outros.[5]

As tight junctions (TJ) presentes no epitélio estratificado pavimentoso da parede do rúmen desempenham um papel de barreira seletiva, evitando que bactérias e outros componentes nocivos atinjam a corrente sanguínea, há indícios que o butirato tem a capacidade de fortalecer essas junções. As TJ são compostas por duas famílias de proteínas: uma formada por ocludina, tricelulina e Marvel D3, e a outra composta pelas 27 claudinas conhecidas. Níveis de pH abaixo do normal, mantidos por períodos prolongados devido à dieta concentrada, mostraram contribuir para a falha na ação protetora das proteínas mencionadas acima.[6]

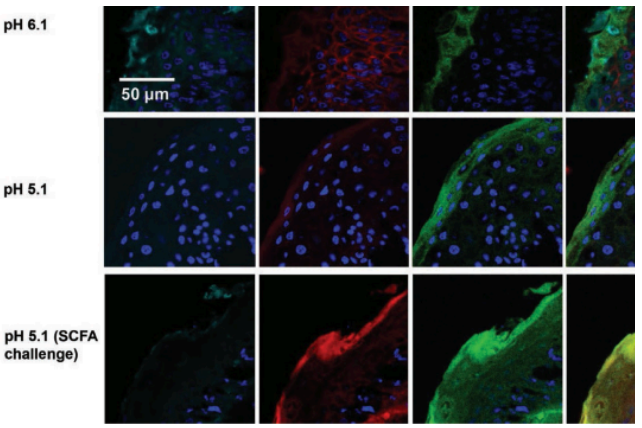

Figura 1: Influência dos níveis de pH sobre a expressão de proteínas presentes nas TJ, com ou sem a adição de AGCC. (Fonte: SVENJA, M. et al).

Pesquisas apontam que cabras suplementadas com butirato de sódio (NaB) em dietas ricas em grãos apresentaram um perfil antioxidante durante episódios de acidose ruminal subaguda[1]. O NaB reduziu os níveis de malondialdeído (MDA) hepático, produto da peroxidação lipídica, mas não teve efeitos significativos sobre a capacidade antioxidante total (T-AOC). Também houve uma ação benéfica nos níveis de glutationa (GSH), minimizando os efeitos do estresse oxidativo hepático. Embora a adição de NaB se mostre benéfica a níveis aceitáveis, altas concentrações podem diminuir a porcentagem molar de propionato, de grande importância para a gliconeogênese, e contribuir para a redução de nitrogênio amoniacal. [9,10]

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a série de eventos que ocorrem concomitantemente à absorção do butirato — como a redução do pH e a influência de fatores intrínsecos e extrínsecos ao animal, incluindo deficiências no manejo nutricional e estrutural — torna-se complexo determinar com exatidão a real atuação do butirato no rúmen durante um episódio de acidose e seu efeito tampão. Contudo, sua influência sobre a proteção epitelial e sua relação com outras proteínas protetoras são indiscutíveis. Pesquisas futuras devem ser realizadas a fim de elucidar os mecanismos de ação do butirato diante do desafio metabólico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1- PEREIRA, M. N. **The possible role of butyrate on bovine ruminal acidosis.** In: 2nd Brazilian Ruminant Nutrition Conference, 2., 2009, Botucatu - SP. *Recent advances in feedlot cattle nutrition*. Botucatu - SP: USP, 2009.

2- Aschenbach, J. R. et al. **Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH.** Journal Of Animal Science. 89:1092–1107, 2011.

3-CASTILLO-GONZÁLEZ, A. R. et al. **Rumen microorganisms and fermentation.** Archivos de Medicina Veterinaria, v. 46, p. 349–361, 2014.

4- MACEDO, G. G. et al. **Aspectos gerais da acidose ruminal subaguda.** *Ciência Animal*, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 85–96, 2020.

5- GEBERT, Delciani Teresinha; MORAIS, Greiciele de. Acidose ruminal em bovinos. ***Revista Inovação – Gestão e Tecnologia no Agronegócio***, v. 1, p. 234, 2022.

6- MEISSNER, Svenja et al. **Key role of short-chain fatty acids in epithelial barrier failure during ruminal acidosis.** *Journal of Dairy Science*, [S.l.], v. 100, n. 8, p. 6662–6675, 2017.

7-CASTILLO-GONZÁLEZ, A. R. et al. **Rumen microorganisms and fermentation.** Archivos de Medicina Veterinaria, v. 46, p. 349–361, 2014.

8- VIANA, Paulo Roberto Lucas et al. Descrição macroscópica e microscópica das lesões ruminais em bovinos confinados. ***Ciência Animal Brasileira***, v. 23, e-73109P, 2022.

9- MA, N. et al. **Sodium butyrate improves antioxidant stability in sub-acute ruminal acidosis in dairy goats.** BMC Vet Res. 2018 Sep 10;14(1):275. doi: 10.1186/s12917-018-1591-0. PMID: 30200953; PMCID: PMC6131738.

10- ZHANG, J. et al. **Dietary supplementation of sodium butyrate enhances lactation performance by promoting nutrient digestion and mammary gland development in dairy cows.** Anim Nutr. 2023 Sep 9;15:137-148. doi: 10.1016/j.aninu.2023.08.008. PMID: 38023376; PMCID: PMC10661553.

APOIO:

GPLeite Escola de Veterinária - UFMG

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

Escola de Veterinária UFMG