

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n06a1136.1-11>

SARA (Subacute Ruminal Acidosis) sobre o desempenho e comportamento de bovinos: Revisão

Ivanor Nunes do Prado^{1*} , Tatiane Rogélio Ramos² , Rodolpho Martin do Prado¹ , Mariana Garcia Ornaghi³ , Osmair Flávio Stuaní³ , Giovana Pereira Penha⁴ 

¹Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil

²Discente de Doutorado do Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil

³Técnico da Empresa Safeeds, Toledo, Paraná, Brasil

⁴Discente de Graduação da Universidade Estadual de Maringá, Bolsista de PIBIC/CNPq. Paraná, Brasil

*Autor para correspondência, E-mail: inprado@uem.br

Resumo. Esta revisão foi elaborada para atualizar os trabalhos de pesquisas realizados nos últimos anos sobre as consequências da Subaguda Ruminal Acidose (SARA, sigla em inglês) em gado de corte e vacas leiteiras sobre a produção e comportamento animal. Foram consultados mais de mil artigos científicos publicados nos mais variados repositórios de ciências agrárias. Na realidade, a SARA que pode ser aguda (visual) e subaguda (percepção ao longo do tempo) tem efeito nocivo na produção animal e, por consequência, na rentabilidade dos diferentes setores (carne e leite). O quadro clínico na versão aguda é percebido de um modo rápido em função do aparecimento do timpanismo e desconforto dos animais. No entanto, o quadro clínico, na versão subaguda, manifesta-se somente depois de vários dias ou meses. De modo geral, a SARA reduz a produção de carne e leite, altera a ingestão de alimentos, reduz a eficiência alimentar, aumenta o desconforto e o comportamento animal e, por consequência, a lucratividade do setor. Além disso, diminui as respostas imunológicas e pode agravar os sintomas de outras doenças. A SARA é mais pronunciada em vacas leiteiras em razão do volume de alimentos ingeridos; porém, com aumento dos confinamentos com uso de dietas de alto-grão este quadro se manifesta também em gado de corte.

Palavras-chave: Acidose ruminal, bovinos, produção animal, saúde animal

SARA (Subacute Ruminal Acidosis) on animal and behavior in cattle: Review

Abstract. This review was carried out to update the research work carried out in recent years on the consequences of *Subacute Ruminal Acidosis* (SARA) in beef cattle and dairy cows on animal production and behavior. More than a thousand scientific articles published in the most varied repositories of agricultural sciences were consulted. In fact, SARA, which can be acute (visual) and subacute (perception over time) has a harmful effect on animal production and, consequently, on the profitability of different sectors (meat and milk). The clinical signs in the acute version is quickly perceptible due to the appearance of bloat and discomfort in the animals. However, the clinical sign, in the subacute, manifests itself only after several days or months. Overall, SARA reduces meat and milk production, alters food intake, reduces feed efficiency, increases animal discomfort and behavior and, consequently, the industry's profitability. In addition, it lowers immune responses and can worsen the symptoms of other diseases. In fact, SARA is more pronounced in dairy cows due to the volume of feed ingested; however, with increasing the feedlot with the use of high-grain diets, this situation manifests itself in beef cattle.

Keywords: Ruminal acidosis, cattle, animal production, animal health

Introdução

Os dados estatísticos nacionais ([ANUALPEC, 2021](#)) e internacionais ([FAPRI, 2021](#)) mostram o avanço na produção e produtividade, tanto no setor da bovinocultura de corte, como de leite no Brasil nos últimos 20 anos. Esse aumento é decorrente da adoção de novas tecnologias por parte das indústrias de insumos, dos pecuaristas, dos setores de transformação da carne e do leite, das transformações nas cadeias de distribuição e, por fim, nas novas exigências dos consumidores atuais, que estão mais atentos sobre: qualidade do produto final, respeito ao bem estar animal e sistema de produção mais sustentável em relação ao meio ambiente. Deste modo, a intensificação da produção na bovinocultura está ocorrendo de modo muito rápido. Assim sendo, os novos desafios para atender essas exigências está demandando esforços consideráveis de todos os setores relacionados ao agronegócio. Essas mudanças iniciam-se na origem da cadeia de produção (produtor), passando pelos sistemas intermediários (abate ou ordenha, transformação, transporte, atacadista, retalhista ou varejistas) e finalmente nos consumidores. Essas mudanças, sobretudo, o comportamento do consumidor está exigindo maior cuidado do setor como um todo ([Eiras et al., 2017](#); [Monteschio et al., 2020](#); [Mottin et al., 2019](#); [Vital et al., 2018](#)).

No Brasil, os ruminantes são criados a pasto, na maioria das vezes ([Ferraz & Felício, 2010](#)), e não necessitam do uso de dietas de alta densidade energética e, inclusão de aditivos, antibióticos ou agentes tamponantes para modulação ruminal, porque a pastagem é rica em fibra longa e estimula a produção de saliva em grande quantidade ([Bailey & Balch, 1961](#)). A saliva tem a função de modular e tamponar o líquido ruminal ([Albright, 1993](#)). No entanto, para animais de alto desempenho (grande ingestão de concentrados) não é possível proporcionar produção de saliva em quantidade suficiente para evitar as perturbações ruminais ([Albright, 1993](#)). Neste caso, recomenda-se o uso de aditivos complementares tamponantes ou alcalinizantes para auxiliar nesse processo ([Pereira & Armentano, 2000](#)). A oferta de dietas altamente palatáveis, contendo ingredientes de alta digestibilidade e altos níveis de carboidratos são ricas em energia; porém, pobres em fibras e não estimulam o tamponamento natural pela salivação, proporcionando o aparecimento da acidose clínica ([Hossain, 2020](#); [Minami et al., 2021](#)). Desta forma, torna-se necessário a inclusão de substâncias que regulem o pH do líquido ruminal.

A cadeia produtiva do sistema da pecuária pode ser segmentadas em vários setores ([Prado & Souza, 2009](#)). Todos os setores sofreram grandes transformações nesses últimos 20 anos. As biotecnologias da reprodução como, por exemplo, a inseminação artificial difundidas nas décadas de 80-90 ([De Vries et al., 2011](#)) estão sendo seguidas de novas biotecnologias depois do ano 2000 como, por exemplo, a inseminação artificial em tempo fixo ([Lonergan, 1994](#)) e a fecundação *in vitro* ([Lamb et al., 2010](#)). Estas novas biotecnologias estão sendo aprimoradas cada vez mais e com resultados mais satisfatórios ([Yang et al., 2020](#)). Esse processo de remodelação e inovação destas biotecnologias tem viabilizado aumento considerável na produtividade animal.

Por outro lado, as indústrias da área de nutrição animal estão desenvolvendo e colocando no mercado produtos mais bem elaborados e com resultados satisfatórios sobre a produtividade animal. No passado, a simples distribuição de sal enriquecido com minerais satisfazia as exigências nos animais ([Silva & Leão, 1979](#)). Na sequência, no início da década de 2000, tornou-se popular a utilização do sal mineral proteinado ([Moreira et al., 2003, 2004](#)). No entanto, na atualidade existe uma gama muito mais sofisticada de suplementos alimentares para atender diferentes categorias e sistema de produção com maior eficiência ([Sukhanova et al., 2019](#)). Estas necessidades de melhor composição da dieta é decorrente do aumento das exigências dos animais para maiores produções como, por exemplo, ganho de peso de animais em confinamento próximo dos 2,0 kg/dia ([Dian et al., 2010](#); [Fugita et al., 2012](#)), quando comparado com ganhos mais próximos de 1,0 kg/dia no final da década de 90 ([D'Oliveira et al., 1997](#); [Prado & Martins, 1999](#)) e início da década de 2000 ([Medroni et al., 2000](#); [Prado et al., 2000a](#); [Prado et al., 2000b](#)).

Além das misturas das dietas mais complexas, tornou-se necessários outros aditivos para melhor controlar a fermentação ruminal como, por exemplo, os ionóforos ([Wilkinson et al., 1980](#)), os antibióticos ([Costa, 2016](#)), ou a combinação de ambos ([Montano et al., 2015](#); [Rigueiro et al., 2020](#); [Silva et al., 2004](#)) ou, ainda, a utilização de diferentes tipos de leveduras ([Broadway et al., 2015](#)). Mais recentemente, por questões de saúde animal e riscos de resíduos na carne e leite, tem despertado a atenção o uso de extratos naturais ou óleos essenciais de plantas ([Fugita et al., 2018](#); [Monteschio et al.,](#)

2020; [Monteschio et al., 2017](#); [Ornaghi et al., 2017](#); [Rivaroli et al., 2020](#)). Estes compostos aumentam o desempenho animal, melhoram a eficiência alimentar, protegem os distúrbios no fígado e tem certa ação sobre a modulação ruminal ([Benchaa et al., 2008](#)). Todavia, os compostos usados na nutrição de ruminantes, embora tenha efeito na modulação ruminal, não são capazes de manter o pH acima de 5,8 (ponto abaixo do qual os animais entram em acidose), logo após a alimentação, quando alimentados com dietas ricas em carboidratos (vaca leiteira de alta produção), bovinos de corte terminados em confinamento com dietas de alto grão. Desta forma, faz-se necessário a inclusão de aditivos para manter o pH dentro da normalidade. Alguns destes aditivos são conhecidos com tampões ou tamponantes. Os tampões tem a função de neutralizar o excesso de ácidos produzidos no rúmen em situações onde os sistemas tamponantes, principalmente fluxo salivar, são insuficientes para manter o pH dentro da normalidade ([Ribeiro & Gobetti, 2018](#); [Santos et al., 2010](#)). Tamponantes minimizam as ações ácidos graxos de cadeia curta produzidos pela fermentação ruminal ou pelo metabolismo animal. O termo tamponante é usado genericamente em nutrição. Os tampões previnem o aumento na acidez (redução no pH), mas não aumentam o pH acima de um determinado valor.

Consequências da SARA em ruminantes

Ingestão de alimentos

A SARA pode reduzir ingestão de matéria seca em razão da reduzida motilidade ruminal, redução na digestibilidade da fibra, redução na taxa de passagem, entre outros ([Mao et al., 2013](#)). Ainda, pode causar um aumento nas concentrações de AGVs, das endotoxinas, da inflamação e o aumento da osmolaridade no rúmen ([Kleen et al., 2003](#); [Plaizier et al., 2008, 2012](#)). A indução de uma SARA severa, à base de dietas com alto grãos, reduz a ingestão de matéria seca. Ao contrário, a indução de uma leve SARA pode aumentar a ingestão de matéria seca ([Khafipour et al., 2009](#); [Plaizier et al., 2008](#); [Pourazad et al., 2016](#)). Estes diferentes efeitos podem ser explicados por uma redução no preenchimento físico ruminal devido a maior inclusão de grãos e a menor inclusão de forragens na dieta ([Allen, 2000](#); [Plaizier et al., 2008, 2018](#)).

Produção do leite

Os resultados encontrados e relatados na literatura sobre os efeitos da adição de compostos tamponantes sobre a produção e composição do leite de vacas são divergentes. Na realidade, a adição de um composto tamponante *per se* na dieta de ruminantes não define o resultado da sua eficiência, uma vez que esta eficiência é dependente de uma série de fatores que atuam conjuntamente de modo sinérgico. Como exemplo, composição da dieta, estado fisiológico do animal (início, meio ou fim da lactação), idade, condições climáticas (temperatura, umidade do ar, manejo do rebanho), saúde animal, são alguns dos fatores que atuam em sinergismo para responder de forma positiva ou neutra à inclusão de compostos tamponantes às dietas dos ruminantes ([Sharma et al., 2018](#)).

Existem vários estudos realizados no mundo desde a década de 40 para avaliar o efeito da inclusão de diferentes compostos tamponantes ou suas combinações sobre a produção e composição do leite, sobretudo, de vacas leiteiras. Na década de 60, Rindsig et al. ([1969](#)) avaliaram o efeito da adição de betonita de sódio (5 ou 10 g na ração concentrada de vacas leiteiras e observaram um leve aumento na produção de leite (5%). Por outro lado, um estudo desenvolvido por Fisher & Mackay ([1983](#)) para comparar o efeito do bicarbonato de sódio e betonita de sódio, observaram uma leve redução na produção de leite com a betonita de sódio. Todavia, os resultados observados foram semelhantes a produção de leite das vacas do tratamento controle. No entanto, à mesma época Erdman et al. ([1980](#)) observaram um aumento na produção de vacas leiteiras quando 0,8% de óxido de magnésio + 1,5% de bicarbonato de sódio foram adicionados às dietas. Da mesma forma, Schneider et al. ([1986](#)) observaram um aumento na produção de vacas leiteiras quando eles adicionaram 1,0% de bicarbonato de sódio em comparação com as vacas suplementadas com sal mineral ou cloreto de potássio. Cassida et al. ([1988](#)) observaram que a inclusão de sesquicarbonato de sódio (0,75% da matéria seca) na dieta de vacas no início da lactação, alimentadas com silagem de milho, como fonte de volumoso, aumentou a produção de leite. Tucker et al. ([1993](#)) observaram que a produção de leite foi semelhante em vacas em lactação suplementadas com sesquicarbonato em comparação às vacas não suplementadas.

Clark et al. (2009) suplementaram dietas de vacas leiteiras com sesquicarbonato de sódio e observaram um aumento significativo na produção de leite (4% de leite corrigido para gordura) em comparação com as vacas controle. Cabrita et al. (2009) não observaram influência sobre a produção de leite com a suplementação de compostos tamponantes contendo bicarbonato de sódio e óxido de magnésio. Bougouin et al. (2018) não observaram qualquer alteração na produção de leite em vacas mantidas com rações com alto teor de amido e volumoso com suplementação de bicarbonato de sódio (1% da MS).

O ácido Buf derivado do coproduto da alga *Lithothamnium calcareum* poderá ser outro composto interessante para ser usado como tamponante na ração de ruminantes. Cruywagen et al. (2004) relataram que a inclusão de ácido Buf (0,3% da MS ou 80 g/animal/dia) aumentou a produção de vacas em lactação. Em outro estudo realizado pelo mesmo grupo de pesquisadores (Cruywagen et al., 2007) compararam o efeito da inclusão do ácido Buf das algas marinha com o bicarbonato de sódio na produção de leite de vacas. Os autores observaram que a suplementação com o ácido Buf na dieta das vacas em lactação aumentou a produção diária de leite (31,6 litros/dia) em comparação com vacas suplementadas com bicarbonato de sódio (29,1 litros/dia) e controle (27,6 litros/dia). Beya (2007) observou que a inclusão do ácido Buf (90 gramas/animal/dia) foi mais eficiente do que o bicarbonato de sódio (180 gramas/animal/dia) na produção de vacas leiteiras. Os dados sobre a eficiência do ácido Buf, como tamponante às dietas de ruminantes, são ainda bastante escassos. No entanto, os dados publicados até o momento mostram que o ácido Buf poderá ser um composto interessante na dieta de ruminantes, como tamponante.

Em conclusão os dados sobre a eficiência da produção de leite da inclusão de moléculas tamponantes na dieta são bastante variáveis. De modo geral, as respostas dependem muito de um efeito sinérgico entre vários fatores, sendo a fonte e a dosagem do tamponante um dos mais importantes.

Composição do leite

Os principais motivos pelos quais os *buffers* são adicionados às dietas de ruminantes são para reduzir a gordura do leite e estimular a ingestão de ração. Dietas com alto teor de concentrado proporcionam um ambiente ruminal mais propício para produção de propionato em vez de acetato. Rindsig et al. (1969) observaram que vacas suplementadas com bentonita de sódio a (5 e 10% do concentrado) aumentaram o acetato e diminuíram o propionato no rúmen. Esdale & Satter (1972) observaram que em vacas infundidas de forma contínua com 9-12 moles de bicarbonato de sódio houve um aumento na razão entre acetato e propionato de 1,1 para 2,8. De acordo com os dados da literatura essa diferença na modulação ruminal poderia determinar um aumento na gordura do leite, uma vez que o aumento do acetato está correlacionado com o aumento da gordura do leite.

Por outro lado, alguns estudos não encontraram consonância com essas afirmativas. Por exemplo, Rearte et al. (1984) não observaram efeito da suplementação de bicarbonato de sódio (1,9%) para vacas leiteiras em pastejo rotacional sobre a percentagem da gordura do leite e sobre perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen. Ao contrário, Erdman et al. (1982) e Sharma et al. (2018) relataram que várias pesquisas apontaram para um aumento na gordura do leite quando as vacas são suplementadas com compostos tamponantes. Kennelly et al. (1999) observaram que vacas leiteiras alimentadas com dietas ricas em concentrado (75%) aumentaram razão entre acetato para propionato de 1,3 para 2,0 quando suplementadas com bicarbonato de sódio. No entanto, a taxa de gordura do leite não foi alterada. De modo geral, quando a razão entre acetato e propionato é alterada no rúmen, ocorre o mesmo com a gordura do leite. Todavia, deve ser observado, que a alteração na taxa da gordura do leite pode ser decorrência de diversos fatores (fisiológicos, ambientais, genética, composição das dietas, manejo, entre outros) e não somente da suplementação com tampões. Por exemplo, Thomas et al. (1984) não encontraram nenhuma diferença na percentagem de gordura do leite de vacas Holstein, embora as vacas tenham aumentado a produção de leite, a ingestão de alimentos e o ganho de peso em comparação com as vacas controle. Neste caso, observa-se que a deposição de gordura teve sua rota alterada para o ganho em peso, em detrimento percentagem de gordura no leite. Pode ser que o score corporal da vaca tenha sido o responsável pela mudança de rota. Como citado antes, a percentagem de gordura do leite pode ser influenciada por outros fatores em conjunto com os compostos tamponantes. Em alguns casos, a suplementação da dieta com compostos tamponantes em vacas em lactação aumenta o acetato, mas a

percentagem de gordura do leite não é alterada ([Kennelly et al., 1999](#)). Por outro lado, vacas alimentadas com uma razão de concentrado:volumoso (60:40) e suplementadas com bicarbonato de sódio teve a percentagem de gordura de leite aumentada ([Solorzano et al., 1989](#)). A suplementação de uma combinação de compostos tamponantes (0,75% de bicarbonato de sódio + 0,75% de bicarbonato de potássio + 0,66% de cloreto de amônio) na ração de vacas leiteiras não influenciou o teor de gordura do leite ([McKinnon et al., 1990](#)). Iwaniuk & Erdman ([2015](#)) realizaram uma análise de metadados (43 artigos e 89 tratamentos foram usados) sobre o efeito da adição de diferentes níveis de tamponantes na dieta de vacas leiteiras sobre a concentração do DCAD (do inglês Dietary Cation Anion Difference – Diferença de Cátion e Anión na Dieta). A DCAD é calculada, em mEq/kg de MS, com o uso de uma equação: $DCAD = Na + K - Cl - S$. Os resultados, baseados nos estudos incluídos na análise, mostraram que a concentração de DCAD tem um efeito significativo sobre vários parâmetros indicativos da produção de vacas leiteiras como, por exemplo, ingestão de matéria seca, produção de leite, composição do leite, fermentação ruminal, digestibilidade e eficiência alimentar.

Desempenho e comportamento animal

Dois sistemas viáveis podem ser usados no manejo de bovinos para prevenção da SARA. De um lado, o manejo dos diferentes grupos de animais em produção (alto vs. baixo) dentro do rebanho. De outro lado, o uso racional de diretrizes de nutrição animal aplicadas aos animais de produção. Por ambas as vias, se visa uma adequada formação da mucosa ruminal de forma a garantir a adaptação e capacidade de reabsorção dos ácidos graxos voláteis de cadeia curta.

A adaptação da mucosa ruminal à uma dieta rica em concentrado leva cerca de quatro a seis semanas para se desenvolver ([Nocek, 1997](#); [Nordlund et al., 1995](#)). As mudanças dos microrganismo no rúmen ocorrem dentro de três semanas ([Nordlund et al., 1995](#)). Desta forma, uma adaptação gradual às dietas de alto-grão é necessária. Uma adaptação gradual dos animais às dietas de alto-grão é necessária para evitar uma sobrecarregue às mudanças dentro do rúmen. Na verdade, existem outras possibilidades para serem usadas que influenciam a adaptação e manejo do rebanho. De qualquer forma, o técnico responsável pela nutrição em animais confinados deve ter um conhecimento aprofundado para evitar o aparecimento da SARA.

A melhor forma de prevenção de qualquer distúrbio fermentativo no compartimento ruminal pode ser controlado pelo manejo alimentar ([Farmer et al., 2004](#)). Como o SARA é uma consequência direta da otimização da ingestão de carboidratos, assim, é desejável fornecimento de nutrientes na dieta que minimize as ações dos componentes físicos e químicos no rúmen ([Nocek, 1997](#)). Portanto, na alimentação de gado de corte terminado em confinamento é recomendado um teor de 18% de fibra bruta na matéria seca, com pelo menos dois terços sendo estruturados e não processados ([NRC, 2016](#)). Isso garante o desempenho de um rebanho de corte, pois a razão AGV de C2/C3 na fermentação ruminal deve ser no mínimo 2,0, com proporção de butirato não superior a 15% ([Fernando et al., 2010](#)).

Na alimentação diária dos bovinos, deve-se levar em consideração a sequência do fornecimento dos mesmos. Por exemplo, na alimentação da manhã, recomenda-se fornecer parte volumoso antes do fornecimento do concentrado ([Nordlund et al., 1995](#)). Em lotes de animais alimentados com ração TMR, deve levar em consideração, sobretudo, do tempo de preparo da ração. Uma mistura que dure apenas alguns minutos poderá disponibilizar uma ração, relativamente, em estrutura, tamponando melhor o ambiente ruminal ([Mao et al., 2013](#)). Além disso, um monitoramento contínuo da umidade e do peso dos componentes da forragem garantirá uma proporção adequada de volumoso e concentrado ([Nordlund et al., 1995](#)).

A indução da SARA causou uma redução na ingestão de alimentos e foi determinante na redução do apetite de novilhas nelores alimentadas com alto-grão ([Minami et al., 2021](#)). Todavia, foi observado que a ingestão alimentar retornou ao normal depois de três dias do fim da acidose aguda. Quadros semelhantes foram descritos por outros autores ([Enemark, 2008](#); [Owens et al., 1998](#)). Brown et al. ([2000](#)) induziram uma acidose ruminal com a administração de 50% de grãos ricos em energia e observaram o retorno normal do apetite no terceiro dia após a indução. No entanto, a diminuição da ingestão de alimentos não foi tão alterada como a observada por Minami et al. ([2021](#)).

Por outro lado, a ingestão alimentar está correlacionada com os movimentos ruminais. De modo geral, quanto menor movimento ruminal, menor é a ingestão alimentar ([Minami et al., 2021](#)). Desnoyers et al. (2009) afirmaram que a baixa frequência e amplitude do movimento ruminal em razão da acidose potencializa a redução na ingestão de matéria seca em bovinos. Na realidade, isso representa um aumento no volume ruminal, consequentemente diminuindo a taxa de passagem da digesta, e desta forma, uma redução na ingestão de alimentos em caprinos e ovinos ([Braun et al., 1992](#)). O mesmo fenômeno ocorre em bovinos que recebem uma dieta rica em fibra em detergente ácido, de difícil digestão no rúmen, aumentando o tempo de retenção no rúmen e diminuindo a ingestão de matéria seca ([Robinson et al., 1985](#)).

O comportamento alimentar dos animais induzidos à SARA apresenta uma alteração pronunciada ([Minami et al., 2021](#)). Os bovinos mais afetados pela SARA são mais letárgicos, deprimidos e demoram mais tempo para comer. Da mesma forma, o tempo de ruminação é menor. Resultados semelhantes foram observados em vacas no primeiro, mas não no segundo dia da indução da acidose, com redução na duração da ruminação em 18% ([De Vries et al., 2008](#); [Dohme et al., 2008](#)). Em contraste, à redução correspondente observada por Minami et al. (2021) foi de 58%.

O tempo total de descanso dos ruminantes aumenta com a indução da acidose devido ao maior tempo de decúbito ventral. Por outro lado, a SARA tem menor ação sobre o tempo que os animais permaneceram em pé. De modo geral, os animais tendem a levantar-se mais e deitar-se quando apresentam um quadro clínico de ([De Vries et al., 2008](#)). Os animais mais deprimidos são os que passam mais tempo em decúbito. Essa manifestação tem relação direta com o pH ruminal. Quanto mais baixo o pH ruminal, mais tempo o animal fica em decúbito durante este período ([Minami et al., 2021](#)). Além disso, quanto mais grave o caso de acidose, maior o grau de depressão ([Radostits et al., 2010](#)).

Em conclusão, a adição de moléculas ou compostos tamponantes às dietas de ruminantes, pode aumentar o desempenho e melhorar o comportamento animal. O desenvolvimento animal fica comprometido. Este comprometimento é modulado pela ingestão de alimentos e bem-estar animal. Da mesma forma, o aparecimento da SARA compromete a produção animal, ingestão de alimentos, saúde e bem-estar animal.

Considerações finais

A SARA (*Subacute Ruminal Acidosis*) é um quadro clínico desencadeado por uma alteração ruminal que pode ser grave ou menos acentuada. Este quadro clínico é derivado de uma alta alimentação com carboidratos de rápida degradação no compartimento ruminal. Esta rápida degradação dos carboidratos é responsável pela formação de ácidos graxos de cadeia curta e ácido lático. Este quadro provoca a redução do pH, podendo, inclusive, ser menor de 5,8 (característica da SARA). Este quadro clínico pode ser agudo (rapidamente detectável) ou subclínico (detectado em semana ou meses). Esta desordem de fermentação provoca redução no desempenho animal (leite ou carne), piora da eficiência alimentar, entre outros, o que provoca uma redução na rentabilidade do setor. Para evitar ou minimizar estes quadros, os técnicos do setor fazem uso de várias substâncias, moléculas ou compostos que tem a capacidade de reduzir o impacto destes quadros, os tamponantes. Tamponantes são compostos que têm a capacidade de evitar a produção rápida de ácidos graxos de cadeia curta e, portanto, evitar a acidificação do meio ruminal.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de estudos concedidas, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – 401022/2016-1) e pela Safeeds – Nutrição Animal. Os autores agradecem a empresa por parte do financiamento e fornecimento dos produtos usados nesta pesquisa com os quais foi possível desenvolver o projeto. As menções das marcas ou nome comerciais dos produtos nesta publicação é apenas pelo propósito do fornecimento específicos e não implica em recomendações ou endosso por parte do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil.

Referências bibliográficas

- Albright, J. L. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 485–498. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77369-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77369-5).
- Allen, M. S. (2000). Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1598–1624. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2).
- ANUALPEC. (2021). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- Bailey, C. B., & Balch, C. C. (1961). Saliva secretion and its relation to feeding in cattle:1. The composition and rate of secretion of parotid saliva in a small steer. *British Journal of Nutrition*. <https://doi.org/10.1079/BJN19610047>
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1–4), 209–228. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014>.
- Beya, M. M. (2007). *The effect of buffering dairy cow diets with limestone, Acid Buf or sodium bicarbonate on production response and rumen metabolism*. Stellenbosch: Stellenbosch University.
- Bougouin, A., Ferlay, A., Doreau, M., & Martin, C. (2018). Effects of carbohydrate type or bicarbonate addition to grass silage-based diets on enteric methane emissions and milk fatty acid composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6085–6097. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14041>.
- Braun, U., Rihs, T., & Schefer, U. (1992). Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. *The Veterinary Record*, 130(16), 343–349. <https://doi.org/10.1136/vr.130.16.343>.
- Broadway, P. R., Carroll, J. A., & Sanchez, N. C. B. (2015). Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: a review. *Microorganisms*, 3(3), 417–427. <https://doi.org/10.3390/microorganisms3030417>.
- Brown, M. S., Krehbiel, C. R., Galyean, M. L., Remmenga, M. D., Peters, J. P., Hibbard, B., Robinson, J., & Moseley, W. M. (2000). Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. *Journal of Animal Science*, 78(12), 3155–3168. <https://doi.org/10.2527/2000.78123155x>.
- Cabrita, A. R. J., Vale, J. M. P., Bessa, R. J. B., Dewhurst, R. J., & Fonseca, A. J. M. (2009). Effects of dietary starch source and buffers on milk responses and rumen fatty acid biohydrogenation in dairy cows fed maize silage-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 152(3–4), 267–277. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.04.020>
- Cassida, K. A., Muller, L. D., & Sweeney, T. F. (1988). Sodium sesquicarbonate for early lactation dairy cows fed corn silage-based diets. *Journal of Dairy Science*, 71(2), 381–387.
- Clark, J. H., Christensen, R. A., Bateman, H. G., & Cummings, K. R. (2009). Effects of sodium sesquicarbonate on dry matter intake and production of milk and milk components by Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1995>
- Costa, J. P. R. (2016). Virginiamycin via mineral supplementation and sward height in growing Nellore young bulls. In *Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias: Vol. PhD*. Universidade do Estado de São Paulo.
- Cruywagen, C. W., Swiegers, J. P., Taylor, S. J., & Coetzee, E. (2004). The effect of Acid Buf in dairy cow diets on production response and rumen parameters. *Journal of Dairy Science*, 87, 46.
- Cruywagen, C. W., Taylor, S. J., & Beya, M. M. (2007). The effect of buffering dairy cow diets with limestone, Acid Buf or sodium bicarbonate plus limestone on production response and rumen parameters. *Journal of Dairy Science*, 90, 561. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8875>.
- D'Oliveira, P. S., Prado, I. N., Santos, G. T., Zeoula, L. M., Damasceno, J. C., Martins, E. N., & Sakaguti, E. S. (1997). Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o desempenho de novilhas nelore confinadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 26(3), 568–574. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000500020>.
- De Vries, M., Bokkers, E. A. M., Dijkstra, T., van Schaik, G., & De Boer, I. J. M. (2011). Invited review: Associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *Journal of Dairy Science*, 94(7), 3213–3228. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4169>.

- De Vries, T. J., Dohme, F., & Beauchemin, K. A. (2008). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feed sorting. *Journal of Dairy Science*, 91(10), 3958–3967. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2102>.
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., Duvaux-Ponter, C., & Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1620–1632.
- Dian, P. H. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Rotta, P. P., Prado, R. M., Silva, R. R., & Bertipaglia, L. M. A. (2010). Levels of replacing corn by cassava starch on performance and carcass characteristics of bulls finished in feedlot. *Semina: Ciências Agrárias*, 31(2), 589–597. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n2p497>.
- Dohme, F., DeVries, T. J., & Beauchemin, K. A. (2008). Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Ruminal pH. *Journal of Dairy Science*, 91(9), 3554–3567. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2102>.
- Eiras, C. E., Guerrero, A., Valero, M. V., Pardo, J. A., Ornaghi, M. G., Rivaroli, D. C., Sañudo, C., & Prado, I. N. (2017). Effects of cottonseed hulls levels in the diet and aging time on visual and sensory meat acceptability from young bulls finished in feedlot. *Animal*, 11(3), 529–537. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001749>.
- Enemark, J. M. D. (2008). The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): A review. *The Veterinary Journal*, 176(1), 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.021>.
- Erdman, R. A., Botts, R. L., Hemken, R. W., & Bull, L. S. (1980). Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 63(6), 923–930.
- Erdman, R. A., Hemken, R. W., & Bull, L. S. (1982). Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: Effects of production, acid-based metabolism, and digestion. *Journal of Dairy Science*. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82259-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82259-5).
- Esdale, W. J., & Satter, L. D. (1972). Manipulation of ruminal fermentation IV. Effect of altering ruminal pH on volatile fatty acid production. *Journal of Dairy Science*, 55(7), 964–970. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(72\)85603-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(72)85603-0).
- FAPRI. (2021). *Food and Agricultural Policy Research Institute*. Food and Agricultural Policy Research Institute; Iowa State University and University of Missouri-Columbia.
- Farmer, C. G., Cochran, R. C., Nagaraja, T. G., Titgemeyer, E. C., Johnson, D. E., & Wickersham, T. A. (2004). Ruminal and host adaptations to changes in frequency of protein supplementation. *Journal of Animal Science*, 82(3), 895–903.
- Fernando, S. C., Purvis, H. T., Najar, F. Z., Sukharnikov, L. O., Krehbiel, C. R., Nagaraja, T. G., Roe, B. A., & DeSilva, U. (2010). Rumen microbial population dynamics during adaptation to a high-grain diet. *Applied and Environmental Microbiology*, 76(22), 7482–7490.
- Ferraz, J. B. S., & Felício, P. E. (2010). Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84(2), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.
- Fisher, L. J., & Mackay, V. G. (1983). The investigation of sodium bicarbonate or bentonite as supplements in silages fed to lactating cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 63(4), 939–947.
- Fugita, C. A., Prado, I. N., Jobim, C. C., Zawadzki, F., Valero, M. V., Pires, M. C. O., Prado, R. M., & Françoze, M. C. (2012). Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(1). <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100023>.
- Fugita, C. A., Prado, R. M., Valero, M. V., Bonafé, E. G., Carvalho, C. B., Guerrero, A., Sañudo, C., & Prado, I. N. (2018). Effect of the inclusion of natural additives on animal performance and meat quality of crossbred bulls (Angus vs. Nellore) finished in feedlot. *Animal Production Science*, 58(11), 2076–2083. <https://doi.org/10.1071/AN16242>.
- Hossain, M. E. (2020). Sub-acute ruminal acidosis in dairy cows: Its causes, consequences and preventive measures. *Journal of Animal and Feed Research*, 10(1), 302–312.

- Iwaniuk, M. E., & Erdman, R. A. (2015). Intake, milk production, ruminal, and feed efficiency responses to dietary cation-anion difference by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8973–8985. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9949>.
- Kennelly, J. J., Robinson, B., & Khorasani, G. R. (1999). Influence of Carbohydrate Source and Buffer on Rumen Fermentation Characteristics, Milk Yield, and Milk Composition in Early-Lactation Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 82(11), 2486–2496. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75500-1](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75500-1)
- Khafipour, E., Krause, D. O., & Plaizier, J. C. (2009). Alfalfa pellet-induced subacute ruminal acidosis in dairy cows increases bacterial endotoxin in the rumen without causing inflammation. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1712–1724. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1656>
- Kleen, J. L., Hooijer, G. A., Rehage, J., & Noordhuizen, J. (2003). Subacute ruminal acidosis (SARA): a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 50(8), 406–414. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2003.00569.x>.
- Lamb, G. C., Dahlen, C. R., Larson, J. E., Marquezini, G., & Stevenson, J. S. (2010). Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 88(suppl_13), E181–E192. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2349>.
- Lonergan, P. (1994). The application of in vitro fertilization techniques to the prediction of bull fertility. *Reproduction in Domestic Animals*, 29(1), 12–21. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.1994.tb00554.x>.
- Mao, S. Y., Zhang, R. Y., Wang, D. S., & Zhu, W. Y. (2013). Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, 24(0), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.08.003>.
- McKinnon, J. J., Christensen, D. A., & Laarveld, B. (1990). The influence of bicarbonate buffers on milk production and acid-base balance in lactating dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 70(3), 875–886. <https://doi.org/10.4141/cjas90-106>.
- Medroni, S., Prado, I. N., Nascimento, W. G., Vinocur, K., Iwayama, P. T., & Matsushita, M. (2000). Efeito da combinação de dietas contendo milho ou triticale e farelo de soja ou levedura sobre o desempenho de novilhas nelore terminadas em confinamento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 22(3), 787–791.
- Minami, N. S., Sousa, R. S., Oliveira, F. L. C., Dias, M. R. B., Cassiano, D. A., Mori, C. S., Minervino, A. H. H., & Ortolani, E. L. (2021). Subacute ruminal acidosis in Zebu cattle: Clinical and behavioral aspects. *Animals*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani11010021>.
- Montano, M. F., Manriquez, O. M., Salinas-Chavira, J., Torrentera, N., & Zinn, R. A. (2015). Effects of monensin and virginiamycin supplementation in finishing diets with distiller dried grains plus solubles on growth performance and digestive function of steers. *Journal of Applied Animal Research*, 43(4), 417–425. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.978785>.
- Monteschio, J. O., Souza, K. A., Prado, R. M., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Pinto, L. M., Valero, M. V., Osório, J. C. S., Castilho, R. A., Sañudo, C., & Prado, I. N. (2020). Acceptability by sensory and visual analyses of meat from Nellore heifers fed with natural additives and finished in feedlot. *Journal Science and Food Agriculture*, 100, 4782–4790. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10537>.
- Monteschio, J. O., Souza, K. A., Vital, A. A. C. P., Guerrero, A., Valero, M. V., Kempinski, E. M. B. C., Barcelos, V. C., Nascimento, K. F., & Prado, I. N. (2017). Clove and rosemary essential oils and encapsulated active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. *Meat Science*, 130, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.002>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., & Evelázio, N. (2003). Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1), 185–191. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i1.2145>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Zeoula, L. M., Wada, F. Y., & Torii, M. S. (2004). Níveis de suplementação com sal mineral proteinado para novilhos Nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1814–1821. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000700020>.
- Mottin, C., Eiras, C. E., Chefer, D. M., Barcelos, V. C., Ramos, T. R., & Prado, I. N. (2019). Influencing factors of consumer willingness to buy cattle meat: An analysis of survey data from three Brazilian

- cities. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 41(1). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.43871>.
- Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005–1028.
- Nordlund, K. V., Garrett, E. F., & Oetzel, G. R. (1995). Herd-based rumenocentesis-a clinical approach to the diagnosis of sub acute rumen acidosis. *The Compendium X*, 17(8), s48–s56.
- NRC. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>
- Ornaghi, M. G., Passetti, R. A. C., Torrecilhas, J. A., Mottin, C., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Sañudo, C., Campo, M. M., & Prado, I. N. (2017). Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.10.008>.
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1998). Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 275–286. <https://doi.org/10.2527/1998.761275x>.
- Pereira, M. N., & Armentano, L. E. (2000). Partial Replacement of Forage with Nonforage Fiber Sources in Lactating Cow Diets. II. Digestion and Rumen Function. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2876–2887. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75188-5](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75188-5)
- Plaizier, J. C., Khafipour, E., Li, S., Gozho, G. N., & Krause, D. O. (2012). Subacute ruminal acidosis (SARA), endotoxins and health consequences. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1–2), 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.004>.
- Plaizier, J. C., Krause, D. O., Gozho, G. N., & McBride, B. W. (2008). Subacute ruminal acidosis in dairy cows: the physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176(1), 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>.
- Plaizier, J. C., Mesgaran, M. D., Derakhshani, H., Golder, H., Khafipour, E., Kleen, J. L., Lean, I., Loo, J., Penner, G., & Zebeli, Q. (2018). Review: Enhancing gastrointestinal health in dairy cows. *Animal*, 12(s2), s399–s418. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001921>;
- Pourazad, P., Khiaosa-Ard, R., Kumar, M., Wetzels, S. U., Klevenhusen, F., Metzler-Zebeli, B. U., & Zebeli, Q. (2016). Transient feeding of a concentrate-rich diet increases the severity of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 94(2), 726–738. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9605>.
- Prado, I. N., & Martins, A. S. (1999). Effect of cottonseed meal replacement by canola meal on performance of feedlot Nellore heifers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(6), 1390–1396. <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000600029>.
- Prado, I. N., Martins, A. S., Alcalde, C. R., Zeoula, L. M., & Marques, J. A. (2000). Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(1), 278–287. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982000000100036>.
- Prado, I. N., Pinheiro, A. D., Alcalde, C. R., Zeoula, L. M., Nascimento, W. G., & Souza, N. E. (2000). Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6), 2135–2141.
- Prado, I. N., & Souza, J. P. (2009). *Cadeias produtivas: estudo sobre a competitividade e coordenação* (Vol. 1). Eduem.
- Radostits, O. M., Gay, C. C., Blood, D. C., Hinchcliff, K. W., & McKenzie, R. A. (2010). *Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos* (Vol. 1). Guanabara Koogan.
- Rearte, D. H., Kesler, E. M., & Stringer, W. C. (1984). Forage growth and performance of grazing dairy cows fed concentrates with or without sodium bicarbonate. *Journal of Dairy Science*, 67(12), 2914–2921. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80500-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80500-8).
- Ribeiro, P. H., & Gobetti, S. T. C. (2018). Alimentos tamponantes para bovinos. *Ciência Veterinária UniFil*, 1(1), 20–32.
- Rigueiro, A. L. N., Pereira, M. C. S., Squizatti, M. M., Ferreira, M. M., Dondé, S. C., Luiz, F. P., Silvestre, A. M., Muller, L. R., Garcia, C. P., Bueno, A. P. D., Toledo, L. V., Estevam, D. D., Martins,

- C. L., Arrigoni, M. D. B., & Millen, D. D. (2020). Different combinations of sodium monensin and virginiamycin during feedlot finishing of Nellore cattle. *Animal Production Science*, 60(8), 1061–1072. <https://doi.org/10.1071/AN18657>.
- Rindsig, R. B., Schultz, L. H., & Shook, G. E. (1969). Effects of the addition of bentonite to high-grain dairy rations which depress milk fat percentage. *Journal of Dairy Science*, 52(11), 1770–1775.
- Rivaroli, D. C., Campo, M. M., Sañudo, C., Guerrero, A., Jorge, A. M., Vital, A. C. P., Valero, M. V., Prado, R. M., & Prado, I. N. (2020). Effect of an essential oils blend on meat characteristics of crossbred heifers finished on a high-grain diet in a feedlot. *Animal Production Science*, 60(4), 595–602. <https://doi.org/10.1071/AN18620>.
- Robinson, P. H., Sniffen, C. J., & van Soest, P. J. (1985). Influence of level of feed intake on digestion and bacterial yield in the forestomachs of dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 65(2), 437–444. <https://doi.org/10.4141/cjas85-051>.
- Santos, G. T., Kazama, D. C. S., Kazama, R., & Petit, H. V. (2010). Scientific progress in ruminant production in the 1 st decade of the XXI century. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(SUPPL. 1), 478–490. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300052>
- Schneider, P. L., Beede, D. K., & Wilcox, C. J. (1986). Responses of lactating cows to dietary sodium source and quantity and potassium quantity during heat stress. *Journal of Dairy Science*, 69(1), 99–110.
- Sharma, H., Pal, R. P., Mir, S. H., Mani, V., & Ojha, L. (2018). Effect of feeding buffer on feed intake, milk production and rumen fermentation pattern in lactating animals: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 916–922.
- Silva, J. F. C., & Leão, M. I. (1979). *Fundamentos de nutrição de ruminantes* (Vol. 1). Livroceres.
- Silva, S. L., Almeida, R., Schwahof, D., Leme, P. R., & Lanna, D. P. D. (2004). Effects of salinomycin and virginiamycin on performance and carcass traits of feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 82, 41–42.
- Solorzano, L. C., Armentano, L. E., Grummer, R. R., & Dentine, M. R. (1989). Effects of Sodium Bicarbonate or Sodium Sesquicarbonate on Lactating Holsteins Fed a High Grain Diet. *Journal of Dairy Science*. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79127-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79127-X)
- Sukhanova, S. F., Uskov, G. E., & Lushnikov, N. A. (2019). Use of a mineral additive in cattle feeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 34(1), 12055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/341/1/012055>.
- Thomas, J. W., Emery, R. S., Breau, J. K., & Liesman, J. S. (1984). Response of Milking Cows Fed a High Concentrate, Low Roughage Diet Plus Sodium Bicarbonate, Magnesium Oxide, or Magnesium Hydroxide. *Journal of Dairy Science*. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(84\)81610-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(84)81610-0)
- Tucker, W. B., Hogue, J. F., Aslam, M., Lema, M., Le Ruyet, P., Shin, I. S., Van Koeve, M. T., Vernon, R. K., & Adams, G. D. (1993). Controlled ruminal infusion of sodium bicarbonate. 3. Influence of infusion dose on systemic acid-base status, minerals, and ruminal milieu. *Journal of Dairy Science*, 76(8), 2222–2234.
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Kempinski, E. M. B. C., Monteschio, J. O., Sary, C., Ramos, T. R., Campo, M. M., & Prado, I. N. (2018). Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils. *Meat Science*, 143, 153–158. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.035>.
- Wilkinson, J. I. D., Appleby, W. G. C., Shaw, D. C. J., Lebas, G., & Pflug, R. (1980). The use of monensin in European pasture cattle. *Animal Science*, 31(2), 159–162.
- Yang, S. X., Adams, G. P., Palomino, J. M., Huanca, W. F., Lessard, C., Rajapaksha, K., & Anzar, M. (2020). Cryopreservation of bison semen without exogenous protein in extender and its fertility potential in vitro and in vivo following fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, 152, 156–164. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.018>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 30 de março de 2022.**Aprovado:** 23 de abril de 2022.**Disponível online:** 1 de junho de 2022.**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.