

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

DIETA CÁTION-ANIÔNICA NA BOVINOCULTURA LEITEIRA: UMA REVISÃO

GABRIELI ALMEIDA DE SOUSA SOBRAL
MARIA EDUARDA MESQUITA DE CARVALHO AMORIM
THIAGO CARVALHO FERRAZ DIAS
ORIENTADORA/PROFESSORA: DRA. MARCELA LUZIA RODRIGUES PEREIRA

GOIÂNIA – GO
NOVEMBRO/2025

DIETA CÁTION-ANIÔNICA NA BOVINOCULTURA LEITEIRA: UMA REVISÃO

Gabrieli Almeida de Sousa Sobral¹

Maria Eduarda Mesquita de Carvalho Amorim²

Thiago Carvalho Ferraz Dias³

Marcela Luzia Rodrigues Pereira⁴

RESUMO

A fase de transição em vacas leiteiras, que compreende aproximadamente três semanas antes e três semanas após o parto, é caracterizada por mudanças metabólicas e fisiológicas intensas, tornando os animais mais suscetíveis a distúrbios metabólicos e reprodutivos. A manipulação da diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD) tem sido amplamente estudada como estratégia nutricional para otimizar o equilíbrio ácido-base, promover a homeostase mineral, especialmente do cálcio e reduzir a incidência de hipocalcemia clínica e subclínica. Esta revisão sistematiza os princípios fisiológicos e nutricionais das dietas cátion-aniônicas, os efeitos metabólicos observados em vacas no período de transição e os impactos sobre a saúde, o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais. Os estudos analisados indicam que dietas de DCAD negativo no pré-parto induzem leve acidose metabólica compensada, aumentando a sensibilidade tecidual ao hormônio paratireoideo (PTH) e estimulando a absorção intestinal e a mobilização óssea de cálcio. Esses efeitos resultam em maior estabilidade da calcemia, redução de distúrbios metabólicos, manutenção do consumo de matéria seca pós-parto e melhoria de parâmetros reprodutivos em vacas multíparas, como taxa de concepção à primeira inseminação e menor descarte precoce. No entanto, a magnitude dos efeitos depende da categoria da vaca, do tempo de exposição à dieta aniônica, da formulação mineral da dieta e das condições de manejo. Em conclusão, a dieta cátion-aniônica negativa no pré-parto é uma ferramenta eficaz para prevenir complicações metabólicas e otimizar o desempenho produtivo e reprodutivo em bovinos leiteiros. Para sua implementação prática, recomenda-se monitoramento contínuo do pH urinário, ajustes nutricionais específicos e adaptação às características do rebanho e do sistema produtivo. Esta revisão evidencia a relevância da DCAD como estratégia nutricional preventiva e sugere a necessidade de mais pesquisas em sistemas tropicais e com raças zebuínas.

Palavras-chave: metabolismo mineral, hipocalcemia, período de transição.

¹ Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0008485599112136> Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-2695-765X> E-mail: gabrielisobral9@gmail.com.

² Discente do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-8921-4390>. E-mail: dudamca25@gmail.com.

³ Discente do curso de Nome do Curso do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3066705492583006> Orcid: <https://orcid.org/0009-0006-8214-202X> E-mail: thiagocfd@hotmail.com.

⁴ Professora do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS. Bacharel em Zootecnia pela Faculdades Integradas de Mineiros. Mestra em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9192023711659469>. E-mail: marcelaluziazoo@gmail.com.

CATION-ANION DIETS IN DAIRY CATTLE: A REVIEW

ABSTRACT

The transition period in dairy cows, encompassing approximately three weeks before and three weeks after calving, is characterized by intense metabolic and physiological changes, which increase susceptibility to metabolic and reproductive disorders. Manipulation of the dietary cation-anion difference (DCAD) has been extensively studied as a nutritional strategy to optimize acid-base balance, promote mineral homeostasis especially calcium and reduce the incidence of clinical and subclinical hypocalcemia. This review synthesizes the physiological and nutritional principles of cation-anion diets, their metabolic effects during the transition period, and their impacts on health, productive performance, and reproductive outcomes in dairy cows. The studies analyzed indicate that negative DCAD diets prepartum induce a mild compensated metabolic acidosis, increasing tissue sensitivity to parathyroid hormone (PTH) and stimulating intestinal absorption and bone mobilization of calcium. These effects lead to greater calcemic stability, lower incidence of metabolic disorders, maintenance of postpartum dry matter intake, and improved reproductive parameters in multiparous cows, such as higher conception rates at first insemination and reduced early culling. However, the magnitude of these effects depends on cow parity, duration of exposure to the anionic diet, mineral composition of the ration, and management conditions. In conclusion, negative DCAD diets during the prepartum period are an effective tool to prevent metabolic complications and optimize productive and reproductive performance in dairy cows. Practical implementation requires continuous monitoring of urinary pH, tailored nutritional adjustments, and adaptation to herd and production system characteristics. This review highlights the relevance of DCAD as a preventive nutritional strategy and emphasizes the need for further studies in tropical systems and zebuine breeds.

Keywords: mineral metabolism, hypocalcemia prevention, transition period.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade da produção leiteira e a manutenção da saúde dos animais dependem da adoção de práticas eficazes de manejo nutricional. Para isso, é essencial que cálculos sejam realizados para determinar a quantidade ideal de nutrientes necessários para atender às demandas dos bovinos em diferentes fases, abrangendo manutenção, crescimento, reprodução e produção. No caso das vacas leiteiras, cada estágio da lactação exige um aporte nutricional específico, o que reforça a importância de um manejo alimentar adequado (Luz *et al.*, 2019).

Entre as estratégias nutricionais, a suplementação mineral tem demonstrado impacto positivo na sanidade animal, reduzindo a contagem de células somáticas e o intervalo entre partos, além de promover melhorias significativas na saúde do rebanho (Silveira, 2017). O manejo alimentar busca atender às exigências nutricionais de cada fase produtiva, prevenindo distúrbios metabólicos que afetam o desempenho e geram prejuízos econômicos, como descarte precoce ou mortalidade (Dubuc *et al.*, 2010).

Os transtornos metabólicos são mais frequentes no período de transição, comumente definida como o período que abrange aproximadamente três semanas antes até três semanas após o parto, representa um momento crítico para a adaptação metabólica e fisiológica dos animais (Caixeta; Omontese, 2021; Tufarelli *et al.*, 2024). Durante este período ocorrem mudanças bruscas nas exigências nutricionais e metabólicas, sobretudo em decorrência do crescimento fetal, da síntese de colostro e leite, e da mobilização de reservas corporais (Pascottini; Leroy; Opsomer, 2020). Em bovinos de alta produção leiteira, falhas nesta adaptação podem levar a uma elevada incidência de doenças metabólicas e infecciosas, com impacto negativo sobre saúde, bem-estar, desempenho produtivo e reprodutivo (Mezzetti *et al.*, 2021; Hu *et al.*, 2025).

Uma das estratégias nutricionais utilizadas para mitigar tais riscos consiste na manipulação da diferença cátion-aniônica dietética (DCAD, do inglês *dietary cation-anion difference*) por meio de dietas balanceadas e formuladas, no período pré-parto (aniônicas) ou pós-parto (catiônicas) (por vezes referidas apenas como “dieta cátion-aniônica”). Essas estratégias buscam alterar o equilíbrio ácido-base do animal, induzindo uma leve acidose metabólica que estimula a mobilização de cálcio e a sensibilidade dos tecidos ao hormônio paratireoideo, favorecendo a homeostase de cálcio no momento de grande demanda, no início da síntese de leite, ao parto, e uma alcalose metabólica, favorecendo a atividade enzimática (Melendez; Chelikani, 2022).

Estudos de meta-análise demonstram que a redução do DCAD no período de pré-parto, por meio da utilização de dietas aniônicas (DCAD negativo), está associada à menor incidência de hipocalcemia, redução dos riscos de retenção de placenta, mastite e metrite em vacas leiteiras. Contudo, vacas que fazem o uso da dieta aniônica durante o pré-parto associada a dieta catiônica logo no pós-parto imediato, tendem a apresentar melhor consumo de matéria seca no pós-parto, além do aumento na produção de leite, especialmente em vacas múltiparas (Lean *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2019). Por outro lado, o uso inadequado ou em excesso dessas estratégias (por exemplo, indução de acidose e/ou alcalose excessiva) pode acarretar efeitos adversos tanto para a matriz quanto para o bezerro devido à sobredosagem de sais aniônicos e catiônicos (Melendez; Chelikani, 2022).

Diante desse contexto, a presente revisão tem como objetivo descrever a utilização de dietas aniônicas e catiônicas no período pré e pós-parto de bovinos leiteiros, ao avaliar sua eficácia na prevenção de doenças e complicações metabólicas, com vistas a otimizar a saúde e o desempenho produtivo desses animais. Podendo servir como uma ferramenta de apoio para

pesquisadores, nutricionistas e produtores interessados em compreender as bases e os resultados da estratégia dieta cátion-aniônica, bem como seus limites e possibilidades de aplicação em sistemas de produção leiteira modernos.

2 METODOLOGIA

O presente estudo foi elaborado sob a forma de revisão de literatura narrativa, com o objetivo de reunir, sintetizar e discutir evidências científicas disponíveis sobre o uso de dietas aniônicas e catiônicas no período de transição de vacas leiteiras, bem como seus efeitos sobre o metabolismo mineral, o balanço ácido-base, a saúde e o desempenho produtivo dos animais.

A pesquisa bibliográfica foi realizada entre julho e setembro de 2025, utilizando-se bases de dados PubMed, SciELO, Google Acadêmico, ScienceDirect e Scopus. Foram empregadas as seguintes palavras-chave, combinadas em português e inglês, com operadores booleanos “AND” e “OR”: “dieta cátion-aniônica”, “bovinocultura leiteira”, “diferença cátion-aniônica dietética”, “DCAD”, “hipocalcemia”, “*dairy cows*”, “*anion-cation balance*”, “*transition period*”, “*metabolic diseases*” e “*milk fever*”.

Foram incluídos artigos científicos originais, revisões sistemáticas, meta-análises e capítulos de livros publicados entre 2010 e 2025, em português e inglês, que abordassem direta ou indiretamente a manipulação da diferença cátion-aniônica dietética (DCAD) em bovinos leiteiros, seus efeitos fisiológicos e impactos na produção e saúde animal. Trabalhos que trataram de outras espécies, de sistemas experimentais não comparáveis ou que não apresentaram dados aplicáveis à bovinocultura leiteira foram excluídos.

Os estudos selecionados foram analisados qualitativamente, agrupando-se as informações conforme os objetivos específicos deste artigo. A análise considerou aspectos como: composição e formulação das dietas, variações no DCAD, respostas fisiológicas e produtivas observadas, bem como limitações metodológicas relatadas pelos autores. As informações foram sintetizadas de forma descritiva, buscando estabelecer relações entre o uso das dietas cátion-aniônica e o desempenho metabólico, produtivo e reprodutivo das vacas leiteiras.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 FUNDAMENTOS DA DIETA CÁTION-ANIÔNICA NA BOVINOCULTURA LEITEIRA

A diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD, do inglês *Dietary Cation-Anion Difference*) é um conceito amplamente estudado na nutrição de ruminantes e representa a relação entre os principais íons carregados positivamente (cátions) e negativamente (ânions) presentes na dieta. A DCAD é comumente expressa pela equação:

$$DCAD (mEq\ kg^{-1}MS) = (Na^{+} + K^{+}) - (Cl^{-} + S^{2-})$$

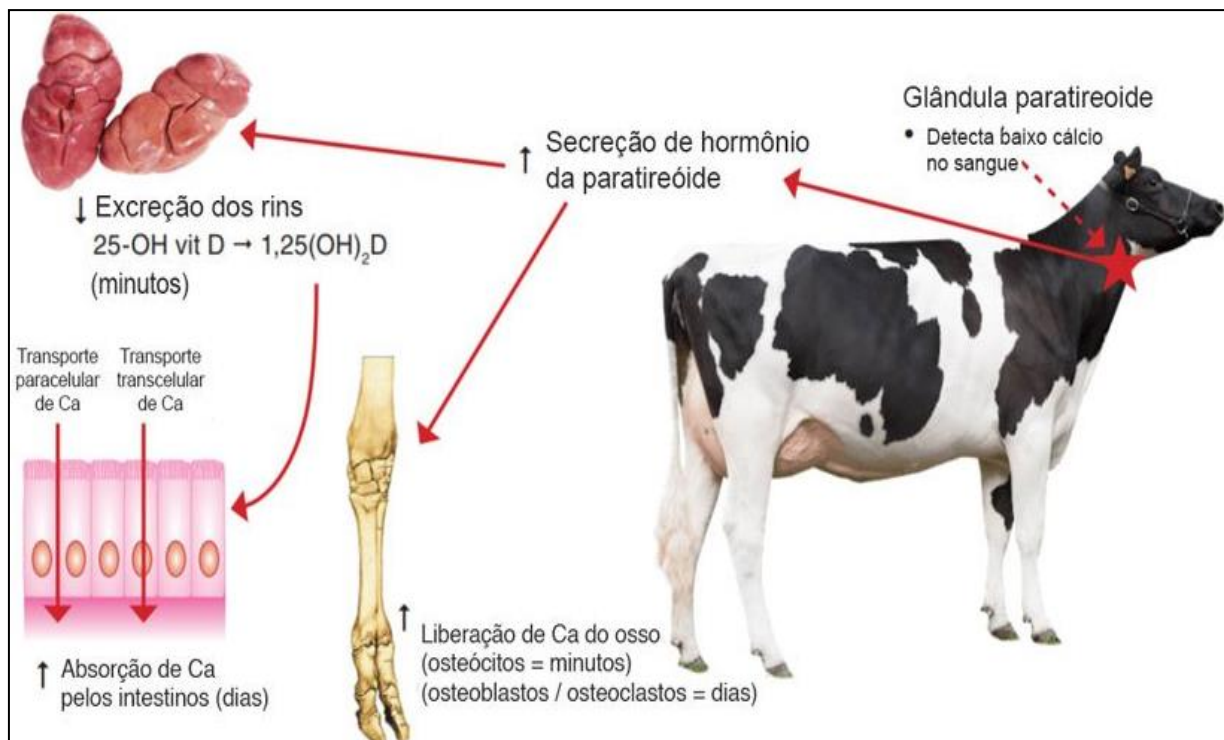
Onde Na, K, Cl e S correspondem às concentrações dos elementos sódio, potássio, cloro e enxofre na matéria seca do alimento (Santos *et al.*, 2019). A manipulação dessa diferença tem como principal objetivo modular o equilíbrio ácido-base sistêmico do animal, ajustando a concentração de íons hidrogênio e bicarbonato no sangue e nos fluidos corporais, e consequentemente influenciando a homeostase mineral, especialmente do cálcio (HernándezCastellano;Hernandez; Bruckmaier, 2020; Zhang *et al.*, 2022).

3.1.1 Homeostase de cálcio

De acordo com Hernández-Castellano, Hernandez e Bruckmaier (2020), a homeostase do cálcio é regulada por hormônios como o paratormônio (PTH) secretado pela paratireoide, que atua em conjunto com a calcitonina (CT) e calcitriol (vitamina D) (Hodnik; Ježek; Starič, 2020) (Figura 1). Durante parte do período de pré-parto, a exigência de cálcio pelo organismo da vaca é relativamente baixa; no entanto, as dietas comumente oferecidas nas propriedades muitas vezes contêm excesso desse mineral.

Esse ambiente alcalino compromete a sensibilidade dos receptores ao paratormônio (PTH), dificultando sua ação, mesmo quando ele é secretado. Como consequência, há menor eficácia na mobilização óssea de cálcio, menor reabsorção renal e aumento na liberação de calcitonina, hormônio que inibe a reabsorção óssea. No dia do parto, há uma demanda abrupta de cálcio, e muitas vezes os níveis circulantes não são suficientes para atender a essa exigência fisiológica. Considerando que o reestabelecimento da homeostase cálcica pode levar até 48 horas, as vacas tornam-se suscetíveis à hipocalcemia principalmente nesse intervalo, caracterizado como período de transição (Albani; Silva, 2017).

Figura 1 – Homeostase de cálcio em vacas leiteira



Fonte: CMS Científica (2020).

Por outro lado, dietas com balanço cátion-aniônico positivo, administradas no pós-parto, visam reestabelecer o equilíbrio ácido-base e promover o equilíbrio eletrolítico durante a lactação, melhorando o consumo de matéria seca e a produção de leite (Tufarelli *et al.*, 2024). Assim, a alternância entre dietas aniônicas no pré-parto e catiônicas no pós-parto busca atender às diferentes demandas metabólicas de cada fase.

3.1.2 Hipocalcemia

A hipocalcemia, também conhecida como febre do leite, é um distúrbio metabólico caracterizado pela redução da concentração de cálcio ionizado no sangue, geralmente ocorrendo nas primeiras horas após o parto, devido à súbita e elevada demanda de cálcio para a síntese de colostro e leite (Arechiga-Flores *et al.*, 2022; Abuelo, 2024). A doença pode manifestar-se de forma clínica, quando os sinais são evidentes, ou subclínica, quando os níveis séricos de cálcio estão abaixo do ideal, mas sem sinais aparentes, embora ainda cause prejuízos ao metabolismo, imunidade e desempenho produtivo (Serrenho *et al.*, 2021).

A hipocalcemia clínica apresenta evolução rápida e costuma ocorrer em estágios progressivos, iniciando-se por sinais como hipersensibilidade, tremores musculares,

incoordenação e queda no consumo (fase 1), avançando para decúbito esternal, redução da temperatura corporal, pulso fraco (fase 2) e, em casos graves, decúbito lateral, coma e morte se não houver intervenção imediata (fase 3) (Serrenho *et al.*, 2021). A forma subclínica, apesar de menos perceptível, está associada a maior risco de doenças secundárias, como retenção de placenta, deslocamento de abomaso e metrite, reforçando a importância de estratégias nutricionais preventivas, como o manejo adequado da DCAD no pré-parto (Rodríguez; Arís; Bach, 2017; Seifi; Kia, 2017; Berean; Bogdan; Cimpean, 2025).

Durante o período de transição, a redução gradual do DCAD por meio de dietas aniônicas é uma estratégia amplamente utilizada para prevenir a hipocalcemia puerperal. O fornecimento de sais aniônicos (como sulfato de amônio, cloreto de amônio e cloreto de cálcio) induz uma leve acidose metabólica compensatória, que aumenta a sensibilidade dos tecidos ao hormônio paratireoideo (PTH) e estimula a ativação da 1,25-di-hidroxivitamina D₃, calcitriol nos rins. Esses mecanismos favorecem a mobilização óssea e a absorção intestinal de cálcio, prevenindo a queda abrupta da calcemia no período de transição (Goff, 2018; Lean *et al.*, 2019).

Diversos estudos destacam que a magnitude ideal da DCAD para vacas leiteiras varia conforme fatores como raça, nível produtivo, composição da dieta base e ambiente térmico. Lean *et al.* (2019) indicam que valores entre -100 e -150 mEq kg⁻¹ na matéria seca são eficazes na prevenção da hipocalcemia, desde que o pH urinário seja monitorado, para evitar acidose excessiva. Além disso, a correta formulação e mensuração da DCAD requerem precisão analítica e balanceamento adequado dos macroelementos, especialmente quando se utilizam subprodutos agrícolas ou fontes minerais com alta variabilidade química (Vagnoni; Oetzel, 2018).

A compreensão dos fundamentos fisiológicos e nutricionais da DCAD constitui a base essencial para o sucesso da sua aplicação prática. O uso racional dessa estratégia permite não apenas o controle de distúrbios metabólicos como principal sendo a hipocalcemia, mas também contribui para a eficiência produtiva e reprodutiva em vacas de alta produção, reforçando o papel estratégico da nutrição mineral na saúde animal (Caixeta; Omontese, 2021; Tufarelli *et al.*, 2024).

3.2 EFEITOS DA DIETA CÁTION-ANIÔNICA SOBRE O METABOLISMO E O BALANÇO ÁCIDO-BASE EM VACAS LEITEIRAS

A manipulação da diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD) exerce papel central na regulação do equilíbrio ácido-base sistêmico dos bovinos, influenciando diretamente a

homeostase mineral, o metabolismo energético e o desempenho fisiológico durante o período de transição. O balanço entre os principais cátions (Na^+ , K^+) e ânions (Cl^- , S^{2-}) determina a carga elétrica líquida da dieta e, consequentemente, o estado ácido-base do organismo (Goff, 2018). Dietas com DCAD negativo induzem uma leve acidose metabólica compensada, enquanto valores positivos promovem um ambiente mais alcalino (Lean *et al.*, 2019).

O monitoramento do pH urinário é amplamente utilizado como ferramenta prática para avaliar a resposta à dieta aniônica, sendo um indicador indireto da acidificação sistêmica. Valores de pH urinário entre 6,0 e 6,5 em vacas Holandesas e 5,5 a 6,0 em vacas Jersey indicam acidose metabólica leve adequada e, portanto, efetividade da manipulação da DCAD (Leno *et al.*, 2017).

A acidose metabólica leve induzida por dietas aniônicas resulta na redução do pH sanguíneo e urinário, acompanhada pela diminuição das concentrações plasmáticas de bicarbonato (HCO_3^-) e do excesso de base (*BE*, *base excess*), parâmetro fisiológico que expressa a quantidade de ácido ou base necessária para que o pH sanguíneo retorne a 7,4 sob uma pressão normal de CO_2 (Zhang *et al.*, 2022). Essas alterações estimulam o aumento da sensibilidade dos receptores de paratormônio (PTH) e favorecem a conversão renal de 25-hidroxivitamina D em 1,25-di-hidroxivitamina D_3 , forma biologicamente ativa da vitamina D, promovendo maior mobilização de cálcio ósseo e absorção intestinal e renal (Hernández-Castellano; Hernandez; Bruckmaier, 2020). Dessa forma, o manejo dietético da DCAD atua como ferramenta fisiológica para prevenir a hipocalcemia puerperal, uma das enfermidades metabólicas mais prevalentes em vacas leiteiras de alta produção (Caixeta; Omontese, 2021).

Leno *et al.* (2017), demonstraram que a redução do DCAD em vacas no pré-parto melhora indicadores de metabolismo do cálcio ao parto, com respostas hormonais e perfil sanguíneo compatíveis com maior disponibilidade de cálcio no periparto. Estudos experimentais adicionais mostram que a exposição a dietas acidogênicas por poucos dias é suficiente para aumentar a responsividade tecidual ao hormônio paratireoideo (PTH) e alterar a digestibilidade aparente do cálcio, evidenciando mecanismos adaptativos rápidos que sustentam a eficácia prática da estratégia DCAD negativa (Vieira-Neto *et al.*, 2021).

Uma meta-análise abrangente de intervenção pré-parto confirmou que dietas aniônicas prévias ao parto reduzem a incidência de hipocalcemia clínica e subclínica e estão associadas a menor ocorrência de doenças peri-partais, fornecendo evidência consolidada da efetividade da manipulação do DCAD na prevenção de eventos adversos no pós-parto (Santos *et al.*, 2019). Estudos em rebanhos comerciais corroboram esses achados, mostrando melhoria nos perfis de

calcemia e na saúde dos animais quando dietas de DCAD negativo são implementadas de forma controlada no pré-parto (Valdecabres; Silva-Del-Río, 2023).

Ademais, trabalhos que estudaram as interações entre aportes de cálcio e DCAD demonstraram efeitos sobre a mobilização óssea e sobre marcadores de transporte de cálcio durante a transição, indicando que a combinação entre nível de cálcio da dieta e DCAD influencia tanto os mecanismos de adaptação quanto a recuperação pós-parto (Gaignon *et al.*, 2019).

Além dos efeitos sobre o cálcio, a manipulação do DCAD também influencia o metabolismo do magnésio e do fósforo, elementos essenciais na transmissão neuromuscular e no metabolismo energético (Goff, 2018). A acidose metabólica moderada aumenta a disponibilidade desses minerais no plasma e melhora a atividade da bomba Na^+/K^+ -ATPase, otimizando o transporte de íons e a excitabilidade celular (Zhang *et al.*, 2022; Tufarelli *et al.*, 2024). No entanto, valores excessivamente negativos de DCAD (< -200 mEq/kg MS) podem provocar acidose severa, redução do consumo de matéria seca e desequilíbrios eletrolíticos, comprometendo o desempenho produtivo e o bem-estar animal (Vagnoni; Oetzel, 2018).

3.3 IMPACTOS PRODUTIVOS E REPRODUTIVOS DAS DIETAS CÁTION-ANIÔNICAS EM VACAS LEITEIRAS

A adoção de dietas com diferença cátion-aniônica (DCAD) negativa no período de transição (pré-parto) tem sido associada não apenas à melhoria da homeostase do cálcio e redução de distúrbios metabólicos, mas também a efeitos benéficos sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras. Em um estudo controlado de nível de rebanho, vacas multíparas expostas a dieta pré-parto com DCAD de aproximadamente -108 mEq/kg na matéria seca apresentaram maiores taxas de gestação à primeira inseminação (42% vs. 32%) e menor risco de descarte até 305 dias em lactação em comparação com dieta controle com DCAD $+105$ mEq kg^{-1} (Serrenho *et al.*, 2020). Esses achados sugerem que o manejo nutricional voltado à DCAD pode ter impacto direto sobre a fertilidade e a persistência da vaca no rebanho.

Meta-análises e revisões sistemáticas indicam que a redução pré-parto da DCAD para valores em torno de -100 a -150 mEq kg^{-1} na MS está associada à melhora no consumo de matéria seca no pós-parto, aumento modesto na produção de leite corrigida, menor incidência de febre do leite, retenção de placenta e metrite, além de influenciar positivamente indicadores reprodutivos (Santos *et al.*, 2019). No entanto, os efeitos variam conforme o número de

lactações, manejo nutricional da dieta basal, estado corporal ao parto e outros estressores ambientais e de manejo.

Em termos reprodutivos, além das taxas de concepção, avalia-se o intervalo parto-primeira inseminação, o número de serviços por concepção e a sobrevivência da vaca até a próxima lactação. A manipulação da DCAD auxilia indiretamente esses parâmetros ao reduzir a incidência de distúrbios metabólicos e uterinos, que são fatores predisponentes à menor fertilidade. Por exemplo, o uso de dieta negativa em DCAD nos 21 a 42 dias pré-parto resultou em menor ocorrência de hipocalcemia clínica e subclínica, o que, por sua vez, está associado a menores taxas de metrite e melhor ovulação pós-parto, fatores críticos para a eficiência reprodutiva (Pankowski, 2017).

Cabe destacar, no entanto, que a magnitude desses impactos produtivos e reprodutivos depende de uma implementação adequada da dieta (monitoramento do pH urinário, adequação de cálcio, fósforo e magnésio, ingestão de matéria seca, etc.) e que resultados em novilhas e primíparas podem diferir em relação a vacas múltiparas (Smith, 2021).

CONCLUSÃO

Este trabalho revisou, a partir da literatura científica, a aplicação de dietas com diferença cátion-aniônica (DCAD) negativa e positiva no período de transição de vacas leiteiras, destacando os fundamentos nutricionais e fisiológicos, os efeitos sobre o metabolismo e o balanço ácido-base, e os impactos produtivos e reprodutivos dessas estratégias.

Concluiu-se que a fase de transição, abrangendo aproximadamente três semanas antes e três semanas após o parto, é um período de intensa adaptação metabólica, no qual a manipulação da DCAD se mostra uma ferramenta eficaz para modular o equilíbrio ácido-base e promover maior disponibilidade de cálcio e outros minerais essenciais. Especificamente, dietas com DCAD negativo no pré-parto induzem uma leve acidose metabólica compensada, que estimula a mobilização de cálcio ósseo e sua absorção intestinal, reduzindo significativamente o risco de hipocalcemia em sua forma clínica e subclínica.

A adoção dessa estratégia tem sido associada a melhorias concretas no consumo de matéria seca pós-parto, à redução da incidência de distúrbios metabólicos e infecciosos e, em vacas múltiparas, ganhos em parâmetros reprodutivos, como taxa de gestação à primeira inseminação e redução do descarte precoce. No entanto, os resultados não são uniformes para todas as categorias animais ou ambientes produtivos, sendo influenciados por variáveis como

nível produtivo, dieta basal, ambiente térmico, manejo nutricional e duração da exposição à dieta aniônica.

Para a implementação prática em sistemas de bovinocultura leiteira, especialmente em cenários brasileiros e latino-americanos, recomenda-se uma abordagem baseada em monitoramento rigoroso (por exemplo, por meio da medição do pH urinário, na seleção adequada das categorias de vaca, no ajuste preciso das formulações dietéticas – considerando a interação de minerais como P, Cl, S, Na e K) e na avaliação criteriosa da relação custo-benefício. Entre as principais lacunas de conhecimento identificadas, destacam-se a necessidade de mais estudos em sistemas tropicais e/ou com raças zebuínas, a definição mais precisa do valor da DCAD para diferentes contextos e a investigação das interações entre DCAD e outros minerais e metabólitos que influenciam a adaptação ao parto.

Assim, a estratégia cátion-aniônica se mostra comprovada e promissora para otimizar saúde, bem-estar, desempenho produtivo e reprodutivo em vacas leiteiras de alta produção. No entanto, o sucesso depende intrinsecamente de uma formulação técnica cuidadosa, de um monitoramento adequado e de uma adaptação específica ao contexto de cada rebanho, reforçando a importância de um manejo nutricional personalizado e baseado em evidências.

REFERÊNCIAS

ABUELO, A. Hypocalcemia in dairy cattle. In: **Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production**. Cham: Springer Nature Switzerland, p. 1-7, 2024.

ALBANI, K.; SILVA, A DA. Dieta com restrição de cálcio ou aniônica em vacas leiteiras no pré-parto. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 20, n. 2, p. 93-99, 2017.

ARECHIGA-FLORES, C. F. *et al.* Hypocalcemia in the dairy cow. Review. **Revista mexicana de ciencias pecuarias**, v. 13, n. 4, p. 1025-1054, 2022.

BEREAN, D.; BOGDAN, M.; CIMPEAN, R. Subclinical hypocalcemia in dairy cows: reproductive and economic impacts on Eastern European farms. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, p. 1596239, 2025.

CAIXETA, L. S.; OMONTESE, B. O. Monitoring and improving the metabolic health of dairy cows during the transition period. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 352, 2021.

CMS Científica. **Hipocalcemia em vacas leiteiras é detectada com medidor portátil**. 2020. Disponível em: <https://cmscientifica.com.br/hipocalcemia-em-vacas-leiteiras-e-detectada-com-medidor-portatil/>. Acesso em: 15 out. 2025.

DUBUC, J. *et al.* Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5764-5771, 2010.

GAIGNON, P. *et al.* Effect of calcium intake and the dietary cation-anion difference during early lactation on the bone mobilization dynamics throughout lactation in dairy cows. **PloS one**, v. 14, n. 11, p. e0218979, 2019.

GOFF, J. P. Invited review: Mineral absorption mechanisms, mineral interactions that affect acid-base and antioxidant status, and diet considerations to improve mineral status in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 4, p. 2763–2813, 2018.

HERNÁNDEZ-CASTELLANO, L. E.; HERNANDEZ, L. L.; BRUCKMAIER, R. M. Endocrine pathways to regulate calcium homeostasis around parturition and the prevention of hypocalcemia in periparturient dairy cows. **Animal**, v. 14, n. 2, p. 330-338, 2020.

HODNIK, J. J.; JEŽEK, J.; STARIČ, J. A review of vitamin D and its importance to the health of dairy cattle. **Journal of Dairy Research**, v. 87, p. 84-87, 2020.

HU, H. *et al.* An overview of the development of perinatal stress-induced fatty liver and therapeutic options in dairy cows. **Stress Biology**, v. 5, n. 1, p. 14, 2025.

LEAN, I. J. *et al.* Effects of prepartum dietary cation-anion difference intake on production and health of dairy cows: A meta-analysis. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 3, p. 2103-2133, 2019.

LENO, B. M. *et al.* Effects of prepartum dietary cation-anion difference on aspects of peripartum mineral and energy metabolism and performance of multiparous Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 6, p. 4604-4622, 2017.

LUZ, G. B. *et al.* Exigências nutricionais, cálculos de dieta e mensuração de sobras no manejo nutricional de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 1/2, p. 16-31, 2019.

MELLENDEZ, P.; CHELIKANI, P. K. Dietary cation-anion difference to prevent hypocalcemia with emphasis on over-acidification in prepartum dairy cows. **Animal**, v. 16, n. 10, p. 100645, 2022.

MEZZETTI, M. *et al.* The transition period updated: A review of the new insights into the adaptation of dairy cows to the new lactation. **Dairy**, v. 2, n. 4, p. 617-636, 2021.

PANKOWSKI, J. **4 nutritional keys to optimize dairy reproduction**. Progressive Dairy – Ag Proud, 2017. Disponível em: <https://www.agproud.com/articles/27810-4-nutritional-keys-to-optimize-dairy-reproduction>. Acesso em: 15 out. 2025.

PASCOTTINI, O. B.; LEROY, J. L. M. R.; OPSOMER, G. Metabolic stress in the transition period of dairy cows: Focusing on the prepartum period. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1419, 2020.

RODRÍGUEZ, E. M.; ARÍS, A1; BACH, A. Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 9, p. 7427-7434, 2017.

SANTOS, J. E. P. *et al.* Meta-analysis of the effects of prepartum dietary cation-anion difference on performance and health of dairy cows. *Journal of dairy science*, v. 102, n. 3, p. 2134-2154, 2019.

SEIFI, H. A.; KIA, S. Subclinical hypocalcemia in dairy cows: Pathophysiology, consequences and monitoring. **Iranian Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2017.

SERRENHO, R. C. *et al.* Graduate Student Literature Review: What do we know about the effects of clinical and subclinical hypocalcemia on health and performance of dairy cows?. **Journal of dairy Science**, v. 104, n. 5, p. 6304-6326, 2021.

SERRENHO, R. C. *et al.* The effect of prepartum negative dietary cation-anion difference and serum calcium concentration on blood neutrophil function in the transition period of healthy dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 7, p. 6200-6208, 2020.

SILVEIRA, L. P. Suplementação mineral para bovinos. **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 11, n. 5, p. 489-500, 2017.

SMITH, K. **Finding the nutritional balance for a successful reproduction program.** Progressive Dairy – Ag Proud, 2021. Disponível em: <https://www.agproud.com/articles/30147-finding-the-nutritional-balance-for-a-successful-reproduction-program>. Acesso em: 15 out. 2025.

TUFARELLI, V. *et al.* The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. **Animals**, v. 14, n. 5, p. 816, 2024.

VAGNONI, D. B.; OETZEL, G. R. Effects of dietary cation–anion difference on the acid–base status of dairy cows: practical applications. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 8441–8454, 2018.

VALLDECABRES, A.; SILVA-DEL-RÍO, N. Negative dietary cation–anion difference in prepartum dairy cow diets: a pragmatic study in two commercial dairy farms. **Animal**, v. 17, n. 4, p. 100731, 2023.

VIEIRA-NETO, A. *et al.* Effect of duration of exposure to diets differing in dietary cation–anion difference on Ca metabolism after a parathyroid hormone challenge in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 1, p. 1018-1038, 2021.

ZHANG, X. *et al.* Metabolic and blood acid-base responses to prepartum dietary cation-anion difference and calcium content in transition dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 105, n. 2, p. 1199-1210, 2022.