

BALANÇO CATIÔNICO-ANIÔNICO EM VACAS LEITEIRAS NO PRÉ-PARTO

FABIO LUIZ BIM CAVALIERI¹ & GERALDO TADEU DOS SANTOS²

Introdução

A nutrição animal tanto de monogástricos quanto de ruminantes avançou enormemente nas últimas décadas, antigamente falávamos em proteína bruta, fibra bruta, NDT, macro e microelementos, hoje o termo proteína bruta pode ser desmembrado em proteína digestível, degradável e não degradável no rúmen, como também em aminoácidos essenciais e não essenciais. A parede celular já é expressa em fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e o quanto desta é considerada efetiva.

Além das descobertas de um número maior de micros minerais essenciais ao funcionamento do organismo animal, os estudos têm se dirigido também na relação entre os cátions e ânions presentes em uma determinada dieta auxiliando nos processos metabólicos do animal (ex: equilíbrio ácido básico) em uma determinada fase de produção, desta forma, as dietas aniônicas e catiônicas têm sido pesquisadas e utilizadas grandemente na produção animal, principalmente na alimentação de vacas no pré-parto, classe animal freqüentemente negligenciada pelos produtores porque não estão produzindo leite e conseqüentemente não contribuí diretamente no lucro líquido da propriedade (Cavaliere e Santos, 1998)

Um dos principais objetivos da utilização de dietas aniônicas em vacas no pré-parto, é controlar a hipocalcemia subclínica, febre do leite ou paresia puerperal. A hipocalcemia é caracterizada pela rápida depleção das concentrações de cálcio no sangue, devido a grande demanda de cálcio para a glândula mamária no início da lactação. Os hormônios responsáveis pela absorção de cálcio, tanto no intestino quanto nos ossos, estão em baixa atividade, devido a pequena exigência de cálcio no período seco. A partir do momento em que animal apresenta um quadro de hipocalcemia, aumenta a incidência de outras desordens metabólicas como a mastite, metrite, prolapso uterino, cetose e a retenção de placenta, pois o cálcio é um dos principais minerais responsáveis pela contração muscular e conseqüentemente a atonia uterina e eliminação da placenta.

A hipocalcemia é um distúrbio metabólico que exerce importância econômica na atividade leiteira. Nos EUA, como um todo, a média de ocorrência fica ao redor de 5%, podendo chegar a 10%, como no caso de Wisconsin. Pesquisadores da Universidade de Cornell (EUA) verificaram que ocorre morte em 8% dos casos, em 12% há descarte involuntário dos animais, há perda média de 500 kg de leite na lactação e há aumento de 5 dias aberto por vaca, resultando em custo de US\$ 334 para cada caso verificado. Uma fazenda com 100 vacas com 5% de incidência, teria prejuízo anual de US\$ 1670.

Técnicas nutricionais para prevenir a febre do leite

Diminuição nas concentrações de cálcio e fósforo nas dietas pré parto.

Um das principais técnicas de manejo nutricional adotada no passado objetivando reduzir a hipocalcemia era a diminuição nas concentrações de cálcio e fósforo na dieta no período pré-parto, aumentando as concentrações sanguíneas de Vitamina D₃ e PTH (paratohormônio). Com isso no momento do parto e no início da lactação, onde existe um grande

¹ Doutorando em Zootecnia – Produção Animal do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UEM.

² Professor Titular de Bovinocultura de Leite do Departamento de Zootecnia da UEM.

direcionamento do cálcio da circulação para glândula mamária, os níveis sanguíneos destes hormônios estariam altos estimulando uma maior absorção ativa de cálcio no intestino e alterando os mecanismos de reabsorção óssea.

Embora esta seja uma maneira eficaz de reduzir a ocorrência do distúrbio clínico, muitas vezes não se consegue sucesso total com esta prática, pois a incidência do fenômeno subclínico continua a afetar negativamente o rebanho. Além do mais, vacas com febre do leite apresentam grande quantidade de vitamina D₃ e PTH circulante e pesquisas recentes tem mostrado que no momento do parto existe uma diminuição na concentração de receptores para vitamina D₃, o que poderia reduzir a habilidade dos animais em responder ao aumento na concentração sanguínea de Vitamina D₃ (Goff et al., 1995). Desta forma, a causa direta da febre do leite não seria baixa produção de hormônio, mas sim na sua atividade nos tecidos alvos (intestino, ossos e rins) para manter constante a concentração de cálcio no sangue no momento do parto.

Dietas aniônicas

No início da década de 70, pesquisadores noruegueses verificaram que vacas em pré-parto alimentadas com forragem tratada com ácido hipoclorídrico ou sulfúrico apresentavam menor incidência de febre do leite, o que poderia ser explicado pela diferença cátion-ânion da dieta (DCAD) pré-parto.

Pesquisas americanas demonstraram que vacas da raça Holandesa alimentadas com uma dieta convencional para vacas em transição (50-90 gramas/ Cálcio / vaca/ dia) com um DCAD positivo e nenhuma suplementação de sal aniônico apresentaram 51% de hipocalcemia subclínica, 10% de hipocalcemia clínica e somente 39% estavam normal. Quando sais aniônicos foram adicionados as dietas, 20% estavam com hipocalcemia subclínica, 4% hipocalcemia clínica e 76% estavam normal (Oetzel et al., 1988), na Tabela 1 estão apresentado outros dados referentes a manipulação da diferença cátion-ânion da dieta incidência de febre do leite.

TABELA 1. Efeito da diferença catiônica-aniônica da dieta na incidência de febre do leite.

Autor	DCAD (meq/ 100gr de MS) ¹	Número de animais	Febre do leite (%)
Dishington (1975)	-11,90	6	17
	-2,20	6	0
	+34,60	14	86
Block (1984)	-12,90	19	0
	+33,10	19	48
Oetzel et al. (1988)	-7,50	24	4
	+18,90	24	17
Gaynor et al. (1989)	+22,0	5	0
	+60,0	6	33
	+126,0	6	17
Beede (1992)	-25,0	260	4
	+5,0	250	9

Fonte: Beede (1992).

Os eletrólitos da dieta podem ser classificados com ânions ou cátions. Ânions tem carga negativa e cátions carga positiva. Os mais importantes cátions da dieta são o sódio, potássio, cálcio, magnésio e os ânions são: cloro, enxofre e fósforo. O sódio, potássio e cloro, os quais são íons monovalentes e exercem um forte efeito iônico no equilíbrio ácido-básico e são denominados como “íons fortes”. O DCAD é a diferença em miliequivalente entre os principais cátions e ânions da dieta e podem ser calculado de acordo com as várias equações propostas abaixo:

$$\begin{aligned} \text{DCAD (meq)} &= (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}) - (\text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{H}_2\text{PO}_4 + \text{HPO}_4) \\ \text{DCAD (meq)} &= (\text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg}) - (\text{Cl} + \text{S} + \text{P}) \\ \text{DCAD (meq)} &= (\text{Na} + \text{K} + 0.15\text{Ca} + 0.15\text{Mg}) - (\text{Cl} + 0.20\text{S} + 0.30\text{P}) \\ \text{DCAD (meq)} &= (\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S}) \\ \text{DCAD (meq)} &= (\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl}) \end{aligned}$$

A quarta equação listada acima $[(\text{Na} + \text{K}) - (\text{Cl} + \text{S})]$ tem se tornado de fato a equação padrão utilizada por pesquisadores e nutricionistas, e são expressa em meq/100g/MS. No entanto, independente da equação empregada, para os cálculos são necessários os pesos equivalentes dos eletrólitos, isto é necessário porque o balanço ácido-básico é afetado pela carga elétrica ao invés da massa, desta forma cada íon exerce seu efeito de acordo com a sua valência ou carga elétrica. Na Tabela 2 estão demonstrado informações sobre os íons e sua expressão funcional.

TABELA 2. Informações de tabela periódica sobre os íons usados nos cálculos de diferença catiônica–aniônica da dieta (DCAD).

Ions	Peso Atômico (g / mole)	Valência	Peso Miliequivalente (g)
Na	23,0	+1	0,023
K	39,0	+1	0,039
Cl	35,5	-1	0,0355
S	32,0	-2	0,016

Desta forma para calcularmos o DCAD de uma dieta em meq/100 gramas de MS devemos utilizar a seguinte expressão:

$$\text{DCAD (meq/gr/MS)} = [(\% \text{ Na} / 0,023) + (\% \text{ K} / 0,039) - (\% \text{ Cl} / 0,0355 + \% \text{ S} / 0,016)]$$

Homeostase ácido base

Homeostase ácido base refere-se a tendência que o animal apresenta de manter uma concentração constante de prótons H^+ , no meio intra e extracelular. Quando em homeostase, o balanço externo de prótons será zero, já que a formação estará em equilíbrio com a excreção.

A concentração de prótons é, geralmente, expressa em termos de pH. Entretanto, o uso desta escala requer cuidados, já que é uma escala logarítmica, e uma variação de 1 unidade, na escala, representa uma variação de 10 vezes a concentração de H^+ . Melhor seria expressar esta concentração em nmol/litro, ao invés de pH.

O íon hidrogênio (prótons não existem na forma livre, mas hidratados, formando H_3O^+), liga-se com outras moléculas, especialmente proteínas, alterando a sua configuração. Isto resulta em mudanças estruturais, as quais, entre outras coisas, alteram a atividade catalítica das enzimas, os processos de transportes, as propriedades contráteis dos músculos e oxigenação dos tecidos (Patience et al, 1987). Isto mostra porque os animais toleram somente pequenas alterações de pH nos tecidos e no sangue. Para que não sofra alterações, o organismo lançam mão de substâncias capazes de agir como ácidos ou bases (tampões, que são capazes de receber ou doar H^+), de acordo com as condições causadas pelo metabolismo, em determinado momento.

A principal fonte de ácido no organismo é o ácido carbônico. Sua função metabólica é fundamental, pois trata-se de um excelente tampão, onde encontra-se na forma de ácido (H_2CO_3), ou na forma de sua base conjugada (HCO_3^-). A relação entre ácido carbônico e bicarbonato (1:20), é que é a principal responsável pela manutenção do equilíbrio ácido-básico

do organismo. Existem outros tampões que colaboram no processo, como as proteínas, sais de ácidos orgânicos, sulfatos e fosfatos (Dukes, 1988).

Mecanismo de ação das dietas aniônicas

O mecanismo de ação das dietas aniônicas não foi completamente elucidado, no entanto ao se fornecer uma dieta com alta quantidade de ânions em relação a cátions aos animais, conseguimos provocar uma leve acidose metabólica sendo o inverso também verdadeiro. Todavia, nenhuma destas trocas, ácidas ou básicas do pH sanguíneo causam sérios problemas fisiológicos nas vacas, visto que o pH sanguíneo é altamente tamponado pelo pulmões e rins.

A questão básica para entendermos como as dietas aniônicas atuam, se dá no fato que, o corpo animal sempre tem que manter sua neutralidade elétrica, para isto lançam mão sempre do equilíbrio entre cátions H^+ , K^+ , Na^+ e ânions Cl^- , SO_4^{2-} e HCO_3^- . Ao se fornecer uma dieta aniônica para vacas leiteiras no final da gestação, iremos aumentar as concentrações intestinais de Cl^- e SO_4^{2-} , estes ânions em excesso aos cátions após absorvido têm que ser equilibrados com os cátions presentes no corpo do animal e aqueles que estão sendo absorvidos, objetivando manter a neutralidade elétrica, para isto aumenta-se a excreção de HCO_3^- da circulação para o lúmen intestinal (Figura 1).

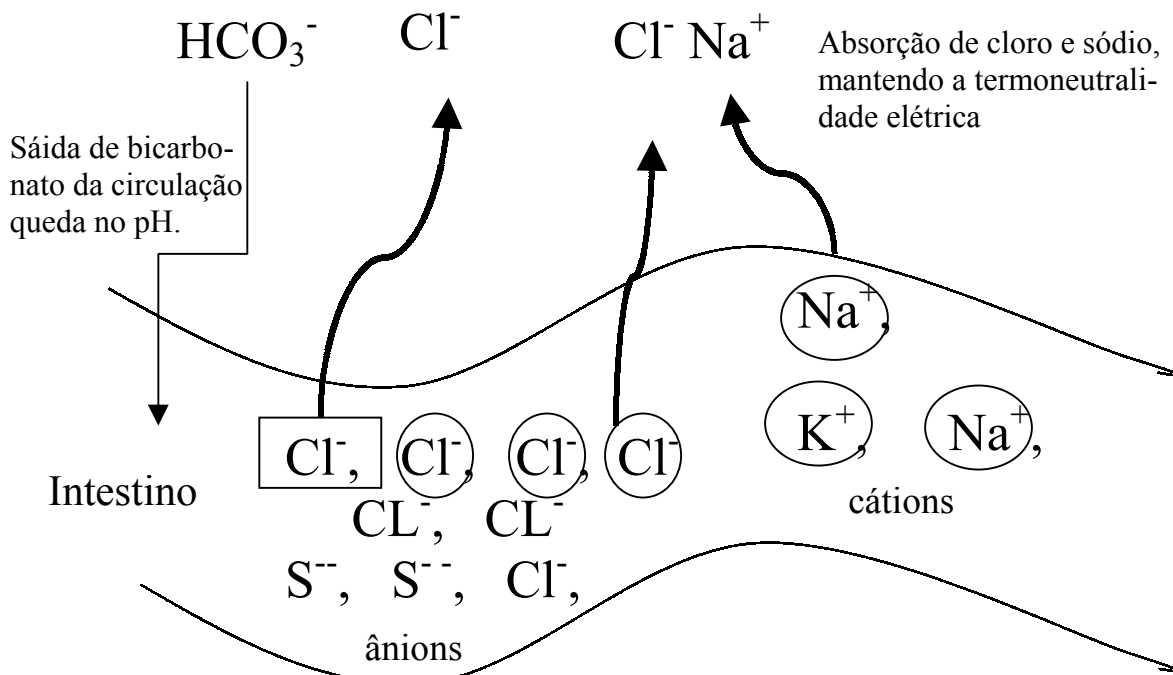


Figura 1. Mecanismo de ação das dietas aniônicas. Com o aumento de ânions na dieta e posterior absorção intestinal do mesmo, o bicarbonato é direcionado para o intestino para manter a termoneutralidade, com isso o pH tende a diminuir.

Fonte: Block (1994).

Diminuindo as concentrações sanguíneas de HCO_3^- ocorre uma leve queda no pH sanguíneo, com isto vários mecanismos fisiológicos passam a ser mais ativos, e todos eles levando a um aumento nas concentrações sanguíneas de cálcio, entre eles podemos destacar:

- 1- aumento na excreção de HCO_3^- a partir dos ossos, objetivando compensar o dreno bicarbonato para o intestino, com isso cálcio também passa a ser liberado na circulação, disponibilizando cálcio para a glândula mamária (Block, 1994).
- 2- aumento na atividade de vitamina D e PTH mobilizando cálcio para a circulação, pois a produção renal de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ é um processo enzimático sensível ao pH e qualquer mudança no pH intracelular alteraria a atividade enzimática. É possível que um excesso de ânions favoreça um pH intracelular favorável a síntese das enzimas (Gaynor et al., 1989).

No entanto, quando se utiliza dietas para vacas pré-parto com DCAD negativo, a absorção ativa de cálcio é diminuída, desta forma as concentrações de cálcio na dieta pré-parto deve ser aumentada objetivando principalmente compensar esta falha no mecanismo de absorção intestinal de cálcio (Block, 1994). Este manejo nutricional é diferente daquele adotado quando não se utiliza dietas aniônicas, onde a concentração de cálcio na dieta é diminuída no pré-parto perfazendo um aumento nas concentrações sanguíneas de PTH e Vitamina D.

Além de evitar problemas com o metabolismo do cálcio, as dietas aniônicas indiretamente afetam outras variáveis produtivas no sistema de produção leiteira. Alguns autores (Beede et al., 1991) verificaram que ao se fornecer dietas com maiores proporções de ânions em relação a cátions, observaram um aumento na ingestão de matéria seca pós-parto, com isso reduziu a intensidade do balanço energético negativo, isto favoreceu as variáveis reprodutivas, tais como, taxa de concepção e dias abertos (Tabela 3).

TABELA 3. Efeito da suplementação com sais aniônicos no pré-parto na reprodução em vacas leiteiras.

Autor	DCAD Meq/kg	Taxa de doenças			Reprodução		Produção de leite Kg/305 d
		FLC (%) ¹	FLS (%) ²	RP (%) ³	TP (%) ⁴	DA (%) ⁵	
BEEDE et al. (1991)	-250	4	19	NS	71	124	9376
	+50	9	50	NS	54	138	9049

¹ Febre do leite clínica,

² Febre do leite sub clínica,

³ Retenção de placenta,

⁴ Taxa de prenhez,

⁵ Dias abertos.

Correto balanço catiônico–aniônico da dieta

Seguindo as recomendações do NRC (1989) para Na, K, Cl e S na alimentação de vacas secas pré-parto, obteremos uma dieta com o DCAD de + 5,4 meq/100 gr de MS (Tabela 4).

TABELA 4. Cálculo da diferença cátion – aniônica da dieta, baseado nas recomendações de Na, K, Cl e S para vacas no pré-parto segundo o NRC (1989).

Item	Concentrações dietéticas (MS)		Miliequivalente (gramas)	DCAD, Miliequivalente por 100 g.
	%	Mg/100 g		
Na	0,10	100	0,023	4,35
K	0,65	650	0,039	16,67
Cl	0,20	200	0,0355	5,63
S	0,16	160	0,016	10,00
DCAD ¹	-	-	-	5,39

¹ meq/100 gramas de Matéria Seca.

Uma dieta é considerada aniônica quando o resultado dos cálculos acima fica entre -10 e -20 meq/100 g de MS. Neste nível, provavelmente haverá acidose sangüínea e redução na incidência de distúrbios metabólicos. Se o cálculo resultar em valores mais positivos do que + 30 meq/100 g de MS, a dieta pode ser considerada altamente catiônica, sendo prejudicial para vacas secas, embora ideal para vacas em lactação. Dietas com valores entre -0 e -10 meq/100 g de MS são consideradas levemente aniônicas, podendo gerar resultados conflitantes.

Entretanto, seguindo o exemplo da Tabela 4, raramente as dietas apresentariam a diferença cátion aniônica de + 5,39 meq/100 g de MS, isto por que as forragens utilizadas para alimentar vacas no pré-parto apresentam altas concentrações de potássio (1 a 2 % da MS) e desta forma o DCAD em condições práticas varia de +10 a +35 meq/100 g de MS.

Estas dietas catiônicas são altamente problemáticas e predispõe as vacas a hipocalcemia e várias outras anormalidades associadas a esta síndrome. No entanto, o potássio parece ser o maior problema, pois é o cátion presente em maior quantidade nas dietas pré - parto, no exemplo acima, se somarmos as cargas positivas encontraremos um valor de + 21,5 meq/100 gr de MS (4,35 + 16,67), dos quais 80 % (+ 16,67 meq/100 g) são provenientes do potássio.

Antigamente os técnicos pensavam ser a alta concentração de cálcio presente principalmente nos fenos de alfafa o grande causador da febre do leite. Atualmente, está bem claro que o alto teor de potássio no feno de alfafa predispõe vacas leiteiras a hipocalcemia (Goff e Horst, 1997), e alguns produtores americanos já estão reduzindo as quantidade de potássio nos fertilizantes destinados a adubação de forragens para alimentação de vacas no pré-parto.

Principais sais aniônicos mais utilizados

A Tabela 5 mostra os principais sais aniônicos mais comuns utilizados na formulação de dietas em vacas pré-parto. Atenção especial deve ser dada para o grau de hidratação de alguns sais o que pode acarretar em dificuldade de estocagem e manuseio. Os cloretos de amônio e cálcio são cáustico e pouco palatáveis, devendo ser usado criteriosamente sem ultrapassar 60 g/vaca/dia. Os sais de amônio por conter nitrogênio não protéico, devem ser utilizados com cuidado, especialmente se a dieta já tiver alto teor de proteína degradável (>75 % da proteína total). Deve-se evitar utilizar os sais de amônio em dietas com uréia. Sais como o cloreto de sódio ou potássio não são empregados, pois fornecem um ânion e um cátion fortes sendo, portanto, neutros.

TABELA 5. Composição química de fontes aniônicas disponíveis (% e concentração de mili-equivalentes na matéria original).

Sal	Fórmula química	Meq/100 g MO	%N	%Ca	%Mg	%S	%Cl	%MS
Sulfato de Amônio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	-1519	21,2			24,3		100
Sulfato de Cálcio	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-1162		23,3		18,6		79,1
Sulfato de Magnésio	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-812,5			9,9	13,0		48,8
Cloreto de Amônio	NH_4Cl	-1870	26,2				66,3	100
Cloreto de Cálcio	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-1359		27,3			48,2	75,5
Cloreto de Magnésio	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-984			12,0		34,9	46,8

Fonte: BEEDE (1992).

Em geral, existe problemas no consumo destes sais quando fornecidos em dietas totais, um mínimo de concentrado (3-4 kg / dia) é necessário para mascarar o sabor destes sais. A Tabela 6 traz uma idéia do gradiente de palatabilidade dos principais produtos, de acordo com o consumo relativo ao controle, não aniônico. O cloreto de cálcio é o menos palatável e o sulfato de magnésio o mais palatável.

TABELA 6. Palatabilidade de alguns sais aniônicos, relativo ao controle.

Tratamentos	% Consumo relativo
Controle	100,0
Sulfato de Magnésio	78,4
Sulfato de Amônio	34,8
Cloreto de Amônio	29,3
Cloreto de Cálcio	24,3

Passos para a formulação de uma dieta aniônica

- 1 - Todos os ingredientes da dieta devem ser analisados para Na, K, Cl e S antes da formulação da ração. Particularmente é importante analisar as forragens e seus sub produtos pois estes apresentam grande variabilidade. Sabe-se da dificuldade em analisar o ânion cloro; apenas em último caso deve-se utilizar valores de tabela para este elemento. É importante também quantificar os teores de cálcio, fósforo e magnésio dos principais ingredientes, pois a formulação correta precisa destes valores. Recomenda-se fazer análises periódicas, principalmente de forragens e alimentos que apresentem variação significativa. Com base nas análises encontradas e na dieta fornecida, calcule as concentrações de K, Na, Cl e S da dieta oferecida e o BCA (balanço catiônico–aniônico) inicial. Vale lembrar que todas as demais fontes de macrominerais da dieta devem ser retiradas, inclusive sais minerais à vontade no cocho. O uso do cloreto de sódio deve ser o mínimo possível para atender as exigências de sódio.
- 2 – Escolher alimentos, particularmente forragens para a formulação da dieta basal com baixos teores de potássio, pois é o cátion mais importante na formulação de dietas aniônicas. Na Tabela 7 estão listados os principais alimentos utilizados na formulação de dietas para vacas pré-parto. Para a suplementação de sais aniônicos é necessário que a dieta já esteja formulada para todos os outros nutrientes tais como, proteína e energia.

TABELA 7. Teores de Na, K, Cl e S, e o balanço catiônico–aniônico dos principais alimentos utilizado na formulação de dietas para vacas leiteiras pré-parto.

Alimentos ¹	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	S ⁻	DCAD ¹
Feno de alfafa	0,15	2,56	0,34	0,31	+431,1
Silagem de milho	0,01	0,96	--	0,15	+156,4
Milho grão	0,03	0,37	0,05	0,12	+18,8
Aveia	0,08	0,44	0,11	0,23	-26,95
Cevada	0,03	0,47	0,18	0,17	-23,4
Farelo de soja	0,03	1,98	0,08	0,37	+266,37
Farinha de peixe	0,85	0,91	0,55	0,84	-75,6

¹ NRC (1989),

² DCAD = (Na⁺ + K⁺) – (Cl⁻ + S⁻) / kg de Matéria Seca.

- 3 – Agora vamos começar a introduzir sais aniônicos. A primeira escolha deve ser o sulfato de magnésio, sulfato de cálcio ou sulfato de amônio, objetivando atingir até 0,4 % da MS de S (níveis até 0,45 têm sido observado sem problemas aparentes). Vale lembrar que o uso de flor de enxofre ou enxofre elementar não serve neste caso, pois a disponibilidade é baixa. No caso da utilização de sulfato de magnésio, limitar o magnésio a 0,4 % da MS da dieta. Se o nível de magnésio máximo for alcançado antes do nível de enxofre, utilizar a partir daí sulfato de cálcio ou de amônio para atingir 0,4 % de S.

- 4 - Adicionar o cloreto de cálcio, de amônio ou de magnésio para atingir -10 a -15 meq / 100g. Não há grandes problemas de se trabalhar com alto teor de cloro na dieta, exceto palatabilidade.
- 5 – Mantenha o nível de fósforo da dieta entre 30 e 35 g / dia. Se estiver acima, provavelmente há alimentos com teor de muito elevado de fósforo, procure diminuí-lo ou elimina-lo da formulação.

Se foi possível atingir -10 a -15 meq/100 g, a maioria dos pesquisadores acredita ser fundamental elevar o teor de cálcio para 1,4 a 1,8 % da MS total, ou aproximadamente 140-180 g/vaca/dia, valor este bem acima das recomendações tradicionais. Isto se deve, como dito anteriormente, pela diminuição do transporte ativo de cálcio quando se utiliza dietas aniônicas. Neste caso utilizar o calcário para completar este valor.

O cloreto de sódio ou o cloreto de potássio não podem ser utilizados para mudar o DCAD de uma dieta pois eles são sais neutros, ou seja, cada cátion contribui com um ânion na dieta, e desta forma não altera o DCAD, sendo zero.

Balanceamento de uma dieta com DCAD negativo

A partir de uma dieta para vacas pré-parto iremos calcular a quantidade de sal necessário para abaixar o DCAD para -12 meq/100 gramas de MS da dieta. A Tabela 8 demonstra uma dieta para vacas 21 dias antes do parto pesando em média 600 kg de peso vivo, momento onde se inicia o fornecimento de sais aniônicos.

TABELA 8. Composição da dieta para vacas da raça Holandesa pesando 600 kg de PV 21 dias antes do parto.

Alimento	Quantidade (kg)
Silagem de milho	4,66
Feno de aveia	2,00
Milho grão moído	1,91
Farelo de soja	1,33
Farelo de trigo	0,46
Calcário calcítico	0,11
Fosfato bicálcico	0,03
Total	10,50
Nutrientes	
Energia líquida lactação (mcal/kg)	1,500
PB (%)	14,50
FDN (%)	43,35
Ca (%)	0,700
P (%)	0,350
Na (%)	0,043
Cl (%)	0,081
K (%)	1,195
S (%)	0,165

A partir da dieta apresentada na Tabela 8 vamos primeiro calcular o DCAD da dieta, utilizando a seguinte equação:

$$\text{DCAD (meq/g/MS)} = [(\% \text{ Na} / 0,023) + (\% \text{ K} / 0,039) - (\% \text{ Cl} / 0,0355 + \% \text{ S} / 0,016)],$$

Substituindo os valores dos minerais na dieta formulada acima encontraremos,

$$\text{DCAD (meq/g/MS)} = [(0,043 / 0,023) + (1,195 / 0,039) - (0,081 / 0,0355 + 0,165 / 0,016)],$$

$$\text{DCAD (meq/g/MS)} = + 19,9195$$

Esta dieta apresenta um DCAD positivo, o que certamente poderia causar problemas no metabolismo cálcio após o parto, para isto iremos abaixar o DCAD desta dieta para -12 meq/100 g/MS, adicionando sais ricos em cloro e enxofre.

Para abaixar-mos o DCAD de $+ 19,9195$ meq/100g/MS para $-12,00$ meq/100g/MS, deveremos fornecer $- 31, 9195$ meq/100g/MS dieta, podendo utilizar para isto o sulfato de magnésio, sulfato de amônia, cloreto de cálcio e cloreto de amônio das seguintes maneiras e proporções:

	- 7,98	Sulfato de Magnésio,
	- 7,98	Sulfato de Amônia,
- 31,9195		
	- 7,98	Cloreto de Cálcio,
	- 7,98	Cloreto de Amônio.

Agora iniciaremos o calculo para o Sulfato de Magnésio e posteriormente para outros sais, no entanto, devemos verificar quanto meq de S na dieta total, pois a quantidade de sal a qual deve-se fornecer para o animal será dado em relação a dieta total, o que veremos a seguir:

Sulfato de magnésio:

$$\begin{array}{ll} 7,98 \text{ meq de S} & 0,1 \text{ kg de MS / dieta} \\ x & 10,50 \text{ kg MS / dieta} \end{array}$$

$$x = 837,90 \text{ meq / dieta total}$$

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ meq de S} & 0,016 \text{ g de S} \\ 837,90 \text{ meq} & x \end{array}$$

$$x = 13,43 \text{ g de S}$$

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ g de Sulfato de Magnésio} & 13,00 \text{ g de S} \\ x & 13,43 \text{ g de S} \end{array}$$

$$x = 103,30 \text{ gr de Sulfato de Magnésio por dia.}$$

Agora os mesmos cálculos serão feitos para o Sulfato de Amônia:

Sulfato de Amônia

$$\begin{array}{ll} 7,98 \text{ meq de S} & 0,1 \text{ kg de MS / dieta} \\ x & 10,50 \text{ kg MS / dieta} \end{array}$$

$$x = 837,90 \text{ meq / dieta total}$$

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ meq de S} & 0,016 \text{ g de S} \\ 837,90 \text{ meq} & x \end{array}$$

$$x = 13,43 \text{ g de S}$$

$$\begin{array}{ll} 100 \text{ g de Sulfato de Amônia} & 24,35 \text{ g de S} \\ x & 13,43 \text{ g de S} \end{array}$$

$$x = 55,26 \text{ g Sulfato de Amônia}$$

Cloreto de Cálcio

$$\begin{array}{rcl} 7,98 \text{ meq de CL} & & 0,1 \text{ kg de MS / dieta} \\ x & & 10,50 \text{ kg MS / dieta} \\ \mathbf{x = 837,90 \text{ meq de Cl/dieta total}} & & \\ 1 \text{ meq de Cl} & & 0,0355 \text{ g de Cl} \\ 837,90 \text{ meq} & & x \\ \mathbf{x = 29,7454 \text{ g de Cl}} & & \\ 100 \text{ g de Cloreto de Cálcio} & & 48,20 \text{ g de Cl} \\ x & & 29,74 \text{ gr de Cl} \\ \mathbf{x = 61,70 \text{ g de Cloreto de Cálcio}} & & \end{array}$$

Cloreto de Amônia

$$\begin{array}{rcl} 7,98 \text{ meq de CL} & & 0,1 \text{ kg de MS / dieta} \\ x & & 10,50 \text{ kg MS / dieta} \\ \mathbf{x = 837,90 \text{ meq de Cl / dieta total}} & & \\ 1 \text{ meq de Cl} & & 0,0355 \text{ g de Cl} \\ 837,90 \text{ meq} & & x \\ \mathbf{x = 29,74 \text{ g de Cl}} & & \\ 100 \text{ gr de Cloreto de Amônia} & & 66,30 \text{ g de Cl} \\ x & & 29,74 \text{ g de Cl} \\ \mathbf{x = 44,85 \text{ g de Cloreto de Amônia}} & & \end{array}$$

Desta forma o animal terá que ingerir por dia 265, 11 g (Tabela 9) de sais aniônicos para abaixar o DCAD da dieta para -12 meq /100 g de MS/dia. No entanto, é importante ressaltar que o nível de enxofre na dieta está dentro do limite máximo de 0,4 %, portanto não tendo problemas de toxicidade, caso este valor esteja acima, é necessário ajustar o nível de enxofre. Além do mais o nível de proteína da dieta deverá aumentar devido a presença de nitrogênio nos sais de amônia, isto tem que ser levado em consideração na formulação das dietas. Uma preparação com os micro-nutrientes podem ser utilizada juntamente com os sais aniônicos, ou em uma mistura separada que pode ser adquirida comercialmente.

TABELA 9 . Quantidade de sais aniônicos a ser ingeridos por dia durante o pré-parto.

Sal	Quantidade (gramas)
Sulfato de Magnésio	103,30
Sulfato de Amônia	55,26
Cloreto de Cálcio	61,70
Cloreto de Amônia	44,85
Total	265,11

Por que os sais aniônicos algumas vezes não funcionam ?

1. Não se sabe exatamente o DCAD da dieta.

Nós sabemos que para o sucesso desta técnica é necessário conhecer corretamente o DCAD dos alimentos e posteriormente da dieta. No entanto, como vamos o consumo de matéria seca de um animal a pasto, ou que está recebendo feno à vontade ? Desta forma, a utilização de dietas completas com volumoso + concentrado + minerais e vitaminas, facilita determinar corretamente o DCAD da dieta e a quantidade correta de sais aniônicos a ser utilizado.

2. O DCAD não esta suficientemente baixo.

Quando se fornece volumosos com alto conteúdo de potássio na alimentação de vacas leiteiras no pré-parto e mesmo com suplementação de sais aniônicos o DCAD chega a no máximo -5 meq/100 g/MS não sendo suficiente para liberar cálcio para a circulação evitar a hipocalcemia subclínica. No entanto, isto pode ser monitorado através de análise do pH da urina em vacas que estão recebendo o sal aniônico no mínimo à 7 dias, o pH varia de 6,0 a 6,5, equanto que, as vacas que recebe dietas catiônicas apresenta pH urinário de 7,8 à 8,4. Todavia, o pH pode ser medido até mesmo com papel tornassol ou em alguns casos mais específicos com pHmetro digital.

Este fato também acontece normalmente quando se utiliza formulação comercial a qual apresenta muitas vezes uma concentração de ânions fixas, estas formulações apresenta efeitos negativos em algumas propriedades e positivos em outras. O que acontece na verdade, é que em uma propriedade o teor de potássio do volumoso é alto e em outra o teor de potássio é baixo, e desta forma, utilizando o mesmo sal aniônico os resultados são contraditórios.

Referências bibliográficas

- BEEDE, D.K. The DCAD concept: Transition rations for dry pregnant cows. *Feedstuffs*, n.26, p12-19, 1992.
- BEEDE, D.K., WANG, C., DONOVAN, G.A., ARCHBALD, L.F., SANCHEZ, W.K. Dietary cation-anion difference (electrolyte balance) in late pregnancy. P. 1-6, in *Florida Dairy Production Conference Proceedings*. Gainesville: University of Florida., 1991.
- BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. of Dairy Sci.* n.67, p. 2939 – 2949, 1984.
- BLOCK, E. Manipulation of dairy cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: 1994, p.21.
- CAVALIERI, F.L.B., SANTOS, G.T. Vacas secas também merecem atenção, 02/2002, www.nupel.uem.br/
- DENTINI, M.R., McDANIEL, B.T. Variation of edema scores from herd-year, age, calving month, and sire. *J. Dairy Sci.*, n.66, p.2391-2398, 1983.
- DUKES, M.F. *Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara, 1988. 10 ed, 199p.
- ERB, H.N., GROHN, Y.T. Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow. *J. Anim. Sci.* n. 71, p.2557-2571, 1988.
- GAYNOR, P.J., MULLER, F.J., MILLER, J.K., et. al., Parturient hypocalcemia in Jersey cows fed alfafa haylage - based diets with different cation to anion ratios. *J. Dairy Sci.* n.72, p.2525-2531, 1989.
- GOOF, J.P., HORST, R.L. Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, n.80. p. 176-186, 1997.
- GOOF, J.P., REINHARD, T.A., HORST, R.L. Milk fever and dietary cation - anion balance effects on concentration of vitamin D receptor in tissue of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, n.78. p.2388-2394, 1995.
- NATURAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrients requeriments of dairy cattle*. 7 ed. Washington: National Academy of Science, 157p., 1989.
- OETZEL, G.R., FETTMAN, M.J., HAMAR, D.W. et al. Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* n. 74. p.965-973, 1991.

- OETZEL, G.R., OLSON, C.R., CURTIS, M.J. et. al. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *J. Dairy sci.*, n. 71. p.3302-3309, 1988.
- ORTOLONI E.R. Dieta: a melhor arma contra a hipocalcemia. *Revista Balde Branco*. p. 23-26.
- PATIENCE, J.F., AUSTIC, R.E., BOYD, R.D. 1987. Effect of dietary electrolyte balance on growth and acid base status in swine. *J. Anim. Sci.*, v.64, p.457-466, 1995.
- RANDAL, W.E. Effect of dietary sodium and potassium on udder edema in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* n.57, p.472-475, 1973.
- REBHUN, W.C. *Doenças do gado leiteiro*. 1 ed. Roca, 2000. 642p.
- VAGNONI, D.B., OETZEL, G.R. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.*, n.81. p. 1643-1652, 1998.