

ISSN 1806-9193

Dezembro, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

versão
ON LINE

Documentos 285

O Balanço de Cátions e Ânions em Dietas para Vacas Leiteiras no Período de Transição

Jorge Schafhäuser Junior
Roberta Lima Casarin

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária- Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Suplentes: Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlé

Revisão de texto: Marcos de Oliveira Treptow

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica e Arte da capa: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos

Foto da capa: Jorge Schafhäuser Junior

1ª edição

1ª impressão (2009): 50 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Clima Temperado**

Schafhäuser Junior, Jorge.

O balanço de cátions e ânions em dietas para vacas leiteiras no período de transição / Jorge Schafhäuser Junior, Roberta Lima Casarin. — Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

25 p. — (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 285).

ISSN 1516-8840

Vaca leiteira – Dieta – Balanço em dietas. I. Schafhäuser Junior, Jorge. II. Série.

CDD 636

Autores

Jorge Schafhäuser Junior

Zootecnista, D. Sc. Pesquisador
da Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS,
jorge.junior@cpact.embrapa.br

Roberta Lima Casarin

Administradora, MBA
Bolsista ATP – CNPq
Pelotas, RS,
betacasarin@gmail.com

Apresentação

A evolução tecnológica da cadeia produtiva do leite, observada pelo aumento da produção e produtividade, traz consigo desafios ao meio técnico científico. Animais de elevada produção passam por desafios metabólicos mais intensos e, por isso, necessitam de dietas mais equilibradas.

Nos últimos anos, tem-se verificado o lançamento de formulações comerciais, destinadas a vacas em pré-parto, cujo apelo técnico é a presença de sais aniônicos. Embora muitos produtores tenham adotado essa tecnologia os resultados têm sido inconsistentes e, não raro, negativos, resultando em sérios questionamentos. A verdade é que esse é um assunto relativamente complexo, que exige intenso acompanhamento técnico. Trata-se, porém, de uma técnica bastante interessante, caso utilizada de maneira correta.

O emprego de dietas aniônicas visa, basicamente, a redução da incidência de hipocalcemia, também denominada febre do leite, febre vitular ou paresia puerperal.

A hipocalcemia é um distúrbio metabólico que exerce importância econômica na atividade leiteira. Estima-se a incidência clínica da doença em 10 % dos partos. Além disso, nem sempre os sinais clínicos são visíveis. Para cada caso clínico (visível), existem 5 casos subclínicos, nos quais os níveis de cálcio estão abaixo do normal, apesar do animal aparentar normalidade. Ao redor de 2/3 das vacas de mais de uma cria apresentam algum grau de hipocalcemia subclínica.

Esses dados são suficientes para caracterizar a importância desse distúrbio metabólico. Entretanto, ao analisarmos a interrelação entre febre do leite e as demais desordens metabólicas, a importância é realçada. Vacas com febre do leite tem o dobro de chances de apresentarem cetose. Também, tem-se verificado a influência da hipocalcemia na incidência de retenção de placenta, mastite, metrite, distocia, prolapso uterino, deslocamento de abomaso e anestro, o que se traduz em menor produção de leite e eficiência reprodutiva.

O grande impacto econômico dessa enfermidade para os sistemas de produção de leite justifica essa publicação, que visa trazer informações para técnicos e produtores de leite sobre os princípios e práticas ligados ao balanço iônico de dietas para bovinos de leite.

Waldyr Stumpf Junior
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

O Balanço de Cátions e Ânions em Dietas para Vacas	
Leiteiras no Período de Transição.....	9
Introdução.....	9
O equilíbrio ácido-básico e eletrolítico no organismo.....	10
Balanço de cátions e ânions na dieta (BCAD).....	11
Dietas catiônicas.....	13
Dietas aniônicas.....	15
O pré-parto e a homeostase do cálcio.....	15
Os mecanismos hormonais da calcemia.....	19
Ingredientes utilizados para o BCAD.....	20
Problemas associados ao uso do BCAD.....	21
Considerações finais.....	22
Referências.....	22

O Balanço de Cátions e Ânions em Dietas para Vacas Leiteiras no Período de Transição

Jorge Schafhäuser Junior
Roberta Lima Casarin

Introdução

Nos últimos anos muita atenção tem sido dada ao uso da manipulação do balanço ácido-básico e eletrolítico em dietas para vacas leiteiras, no sentido de reverter e/ou prevenir distúrbios metabólicos relacionados. Embora o conceito de balancear os íons da dieta não seja novo e tenha inicialmente sido utilizado na avicultura de corte, atualmente tem sido mais utilizado na bovinocultura de leite. Isso é devido, principalmente, aos resultados obtidos por pesquisas a respeito da prevenção de distúrbios como hipocalcemia peripartural, edema de úbere, e complicações secundárias como retenção de placenta, deslocamento de abomaso e mastite.

As doenças do periparto como, por exemplo, os distúrbios metabólicos que têm origem nutricional e resultam em sinais clínicos agudos que requerem tratamento, afetam sobremaneira o desempenho animal durante a lactação. O período de maior incidência dessas doenças (febre do leite, deslocamento de abomaso, cetose, retenção de placenta, metrite, laminites) vai desde alguns dias antes do parto até o pico da lactação.

Na maioria dos casos, o produtor não sente o impacto negativo desses distúrbios do periparto até que eles se tornem um problema evidente, com vários casos clínicos. A Tabela 1 traz uma estimativa das perdas que potencialmente podem ocorrer em consequência dos principais distúrbios metabólicos do periparto.

Tabela 1. Estimativas de perdas na produção de leite devidas aos principais distúrbios metabólicos do periparto.

Incidência média de doenças no periparto de vacas leiteiras	Redução da prod. de leite (%) da lactação	Redução em l/30 primeiros dias de lactação	Perdas econômicas em reais (R\$ 0,60 /L)
Febre do Leite (3%)	4,7	276	165,60
Desloc. Abomaso(3%)	16,0	470	282,00
Retenção de Placenta (8%)	1,1	321	192,60
Cetose (5%)	7,6	371	222,60
Metrite (8%)	3,8	298	178,80

Fonte: Adaptado de Peres (2000)

Os dados da Tabela 1 demonstram a importância econômica atribuída à ocorrência de alguns dos principais distúrbios metabólicos relacionados ao período próximo ao parto. O balanço iônico de dietas nessa fase tem contribuído de modo consistente, para a redução dos distúrbios, o que pode ter um forte impacto econômico na atividade leiteira.

Equilíbrio ácido-básico e eletrolítico no organismo

O equilíbrio ácido-básico e eletrolítico no organismo animal é um mecanismo complexo, mediado por uma série de elementos químicos que, quando em excesso ou deficiência, desencadeiam reações orgânicas no sentido de compensar as alterações ocorridas.

Os principais elementos envolvidos nesse equilíbrio são os cátions Sódio (Na), Potássio (K) e Magnésio (Mg), e os ânions Cloro (Cl), carbonato (HCO_3^-) e ainda, em nível intracelular, o fosfato dibásico (H_2PO_4^-) e algumas proteínas. O Na e Cl contribuem, principalmente, para a pressão osmótica do plasma, enquanto que o Mg, proteínas e fosfatos contribuem para a pressão osmótica do fluido intracelular (GONZÁLEZ e SILVA, 1999).

Os mecanismos de bombeamento de Na e K em nível celular mantêm normais os níveis desses elementos, tanto no plasma quanto na célula. O Na é retirado da célula, trocado por K, com gasto de ATP.

Os rins são responsáveis pela manutenção do equilíbrio ácido-básico e eletrolítico, devido à reabsorção seletiva e secreção de determinados íons. O íon Hidrogênio (H^+) é secretado enquanto que o HCO_3^- é reabsorvido. Outros íons estão envolvidos e podem ser trocados, o Na^+ por H^+ e o Cl^- por HCO_3^- dependendo de sua concentração plasmática e das variações de pH no sangue (BLOCK, 1994).

Pequenas alterações no equilíbrio ácido-básico e eletrolítico podem levar a um quadro de acidose ou alcalose, que podem, por si só ou pelos seus respectivos mecanismos de compensação, afetar a saúde e a capacidade produtiva dos animais.

O controle do balanço iônico da dieta de animais domésticos ainda causa alguma confusão entre técnicos e produtores, principalmente pelo fato de que, sendo os alimentos tecidos vivos, eles teriam necessariamente que ser eletricamente neutros. Para efeito de cálculo do Balanço de Cátions e Ânions em Dieta - BCAD, são considerados os mais importantes pela sua atividade em nível celular e plasmático. É fundamental para a compreensão e uso adequado desse balanço iônico o conhecimento dos princípios da Fisiologia e da Bioquímica que regem o equilíbrio ácido-básico e eletrolítico dos organismos animais.

Balanço de cátions e ânions na dieta (BCAD)

Esse conceito tem sido usado em avicultura de corte (MONGIN, 1981 citado por BLOCK, 1994) e, mais recentemente, com outras espécies animais, como eqüinos (COOPER et al., 1995), ovinos (GRANT et al., 1992) e bovinos de leite. Entretanto, seu uso ainda é restrito devido à escassez de recomendações específicas e confusões sobre como se aplica em dietas para bovinos.

O balanço iônico de uma dieta começa na identificação dos minerais necessários. São considerados, para fins de formulação de dietas aniônicas, os ânions S e Cl e os cátions K e Na. Tendo conhecimento da

12 | O Balanço de Cátions e Ânions em Dietas para Vacas Leiteiras no Período de Transição

concentração de K, Na, Cl e S da dieta, transformam-se os valores em miliequivalentes, que será a medida empregada para verificar se a dieta é catiônica ou aniônica.

Os ânions Cl e S podem ser balanceados em uma ração, bem como os cátions Na e K, para otimizar as funções fisiológicas do animal. Esses minerais têm sido utilizados para calcular o BCAD porque sua importância no metabolismo está associada à participação no balanço osmótico, balanço ácido-básico, mecanismos de bombeamento e integridade das membranas celulares. O conceito necessita que os minerais em questão não estejam em deficiência ou em níveis tóxicos na dieta (BLOCK, 1994).

O cálculo se dá pela divisão entre a porcentagem do elemento pelo peso em gramas de seu miliequivalente (peso atômico/valência) conforme descrito na Tabela 2; somam-se as cargas positivas (Na e K) e delas são subtraídas as negativas (Cl e S):

$$\text{BCA (meq/100 g)} = [(\% \text{ Na}/0,023) + (\% \text{ K}/0,039)] - [(\% \text{ Cl}/0,0355) + (\% \text{ S}/0,016)]$$

Tabela 2. Informações da Tabela Periódica necessárias ao cálculo do BCAD

Elemento	Peso atômico (g/mol)	Valência (carga)	Peso em miliequivalentes
Na	23,0	+1	0,023
K	39,0	+1	0,039
Cl	35,5	-1	0,0355
S	32,0	-2	0,016

Fonte: Adaptado de Peres (2000)

Alguns autores têm incluído o Mg ou o HCO_3^- na fórmula, enquanto que outros não têm utilizado o S. A maioria dos autores, entretanto, considera que os elementos constantes na Tabela 2 são os mais significativos para o balanço iônico das dietas. O enxofre, embora não seja descrito como determinante do equilíbrio ácido-básico do organismo, vem sendo incluído na fórmula do BCAD devido a sua capacidade de acidificar os fluídos onde está presente (HOWES, 1999 e BLOCK, 1994).

A utilização do HCO_3^- na fórmula, segundo Erdman (1993) não tem demonstrado consistência, pois embora seja o responsável mais importante

pela capacidade de tamponamento dos fluidos corporais, sua concentração é regulada por outros mecanismos e independe de ser fornecido na dieta. Os trabalhos onde a inclusão de NaHCO_3 produziram resultados positivos em quadros de acidose e baixo teor de gordura do leite, relatam a ação do HCO_3^- como tamponante em nível ruminal e do Na^+ em nível celular. Erdman (1993) concluiu que o NaHCO_3 foi mais efetivo que o NaCl , porém deve-se considerar que balanços iônicos calculados a partir do NaHCO_3 são mais positivos, já que, no caso do NaCl , ambos os elementos fazem parte da fórmula, neutralizando-se entre si.

Na bovinocultura de leite tem-se lançado mão, cada vez mais, do uso do balanço iônico das dietas para aumentar a produção de leite em condições particulares ou para prevenir a ocorrência de distúrbios metabólicos, principalmente aqueles relacionados ao metabolismo do Cálcio (Ca), durante o período de transição das vacas (final da gestação, parição e início da lactação).

Tem sido reconhecida, por vários pesquisadores, a influência do equilíbrio ácido-básico sobre o metabolismo do Ca, e dos mecanismos que regulam a calcemia no período de transição para bovinos de leite, principalmente vacas de alta produção, na idade adulta.

A manutenção da calcemia dentro de níveis ótimos depende de uma série de fatores, como nível de Ca da dieta, absorção intestinal do Ca, excreção urinária e gastos para manutenção e produção. Os ossos representam um grande depósito de Ca, responsável, em grande parte, pela manutenção da calcemia, que, por sua vez, está relacionada a hormônios, como o Paratormônio (PTH) e o $1,25(\text{OH})_2 \text{vit D}_3$, o metabólito ativo da vitamina D, que tem estrutura e ação típica de hormônio.

Dietas catiônicas

Quando realiza-se o cálculo do balanço iônico das dietas, conclui-se que a maioria dos suplementos disponíveis no comércio, mesmo aqueles formulados na fazenda, são catiônicos, ou seja, têm balanço positivo dos cátions em relação aos ânions, conforme pode-se observar na Tabela 3.

Tabela 3. Balanço de Cátions e Ânions individuais de alguns alimentos.

	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	S ⁼	BCAD ¹
	-----(% na MS)-----				
Alfafa	0,15	2,56	0,34	0,31	+431,1
<i>Tr. vermelho</i>	0,09	1,6	0,37	0,18	+232,0
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
Res. Destilaria	0,10	0,18	0,08	0,46	-219,38
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

Fonte: Adaptado de BLOCK (1994)

¹Calculado como miliequivalentes (Na⁺ + K⁺) - (Cl⁻ + S⁼)/kg de MS

O uso de dietas catiônicas tem sido apontado por Block (1994) como positivo para vacas, pelo menos no início e meio da lactação. O autor justifica pelo fato de que vacas em produção têm uma alta taxa metabólica e, por isso, o ambiente celular tende a ser acidótico. Wheeler (1981) citado por Block (1994) menciona melhoras no ganho de peso de novilhos e na produção de leite pelas vacas, quando o BCAD foi de cerca de +100 meq/kg MS da ração. Fettman et al. (1984) encontrou que quando Cl aumentou de 0,1 para 0,45% da MS da ração, o consumo de alimento, o peso vivo, e a produção de leite incrementaram. As rações fornecidas diferiram apenas em Cl (Na e K foram praticamente constantes). O BCAD diminuiu de 279 para 177 meq/kg de matéria seca da ração quando o Cl aumentou. West et al. (1991) encontrou resultados similares. Vacas no início e meio da lactação parecem responder a BCAD positivo, em torno de 150 meq/kg MS com aumento na produção, e isso parece não ocorrer no final da lactação. Já Sanchez e Beede (1996), trabalhando com modelagem, citam que o BCAD ótimo para o período de lactação está em torno de 25 a 50 meq/100 g MS da ração.

West et al. (1992) demonstraram que BCAD positivo aumentou o consumo de MS em vacas sob estresse calórico, possivelmente pela maior capacidade de tamponamento do sangue. Apesar do aumento na capacidade de tamponamento ser parte da razão para o aumento de consumo, o consumo de água também foi influenciado pelo BCAD positivo, pelo maior consumo de alimento e pela maior produção de leite.

Joyce et al. (1997) mencionam que a incidência de distúrbios metabólicos no periparto foi da ordem de 13% (10 de 75 vacas), 12% (9 de 75), e 5% (4 de 75) para vacas alimentadas com dietas com BCAD de +30, +35, e -7 meq/100 g MS, respectivamente. Eles concluíram que alfafa pode ser fornecida no pré-parto, desde que seja suplementada com sais aniônicos.

Dietas aniônicas

Uma dieta aniônica é definida como aquela em que os ânions estão em maior quantidade em relação aos cátions, possuindo valor negativo como resultado da fórmula citada anteriormente.

Essas dietas têm a capacidade de produzir uma leve acidose metabólica no animal, e os eventos químico/fisiológicos que se sucedem podem ser utilizados para prevenir alguns distúrbios metabólicos a que estão suscetíveis as vacas leiteiras no período periparto.

No início da década de 1970, pesquisadores noruegueses verificaram que vacas em pré-parto alimentadas com forragem tratada com HCl ou H_2SO_4 apresentavam menor incidência de febre do leite. A explicação é que a utilização de compostos acidogênicos ou que estimulam a redução do pH do sangue (GOFF e HORST, 1998), favorecem a ação do paratormônio e do colecalciferol, que irão causar desmineralização dos ossos, aumentar a absorção intestinal, e reduzir a excreção urinária de Ca (GONZÁLEZ e SILVA, 1999). Estes e outros autores citam que o mecanismo visa liberar bicarbonato ósseo para neutralizar os efeitos da acidificação e manter o pH sanguíneo constante. Neste processo, o Ca (e o P) também acaba sendo liberado dos ossos para o sangue. Leonard (1992) cita que o efeito acidogênico da dieta provoca a mobilização do Ca ósseo, no sentido de neutralizar o pH do sangue. Esse é o conceito de dietas aniônicas, ou do balanço cátio-aniônico (BCAD negativo). Dietas ricas em ânions fortes, capazes de alterar o pH sanguíneo, criam uma leve acidose metabólica e favorecem os processos acima descritos.

Pré-parto e a homeostase do cálcio

O período de transição, já anteriormente caracterizado, é uma fase onde funções fisiológicas como a síntese de colostro e leite, e o esforço da parição, demandam grande quantidade de Ca. Essas mudanças de estado

fisiológico da vaca leiteira ocorrem em um período de tempo muito curto, insuficiente para que o animal consiga ativar os mecanismos existentes para a manutenção de níveis normais do elemento no sangue. Isso faz com que no periparto todas as vacas passem por um período de hipocalcemia, e nos casos mais severos (5 a 20% dos casos) ocorra a manifestação clínica da febre do leite, como é comumente chamada.

A hipocalcemia ocorre devido ao grande aumento de exigência de Ca por ocasião da síntese de colostro e parto, sendo insuficiente o Ca ionizado no sangue. A normalização da calcemia depende da ativação dos mecanismos de controle.

O NRC (1989) recomenda o fornecimento de níveis baixos de Ca no pré-parto, visando estimular os mecanismos que podem atuar na liberação do Ca dos ossos para o sangue e manter seus níveis próximos à normalidade em períodos de grande exigência (redução da calcitonina e aumento do PTH e colecalciferol). Ocorre que a maioria dos alimentos utilizada em sistemas de produção de leite possui teores de Ca que dificultam atingir a meta proposta pelo NRC (cerca de 20 g/dia), tendo, portanto, essa técnica, pouco resultado prático.

Em um recente estudo em três fazendas comerciais nos EUA (MOORE et al., 2000), quase 70% das vacas com mais de uma cria sofreram de hipocalcemia clínica ou subclínica no momento do parto, embora apenas 8% tenham exibido sinais visíveis (febre do leite). Uma vez que o cálcio faz parte do funcionamento dos músculos lisos, a hipocalcemia ao parto predispõe à distocia, prolapso de útero, retenção de placenta e metrite e, secundariamente, à mastite, principalmente as estafilocócicas. Neste estudo foram utilizadas 27 vacas e 35 novilhas holandês. Os tratamentos avaliados, oferecidos por 24 dias antes do parto, foram uma dieta controle, com balanço cátio-aniônico (BCA) positivo (+ 15 meq/100 g de MS), uma dieta formulada para BCA zero e uma dieta com BCA negativo (- 15 meq/100 g MS). O balanço foi calculado pela diferença: $\text{meq} [(Na + K) - (Cl + S)]/100 \text{ g de matéria seca}$. A concentração de cálcio da dieta foi aumentada conforme decrescia o BCA (através da suplementação com CaCO_3).

Alguns dos resultados obtidos podem ser observados na Tabela 4. Com a

diminuição do BCA da dieta houve aumento do cálcio ionizado no plasma tanto para vacas quanto para novilhas antes e no momento do parto.

Tabela 4. Efeitos do BCA das dietas na concentração de Ca ionizado no sangue, pH da urina e consumo de matéria seca de vacas e novilhas no período periparturual.

	Dieta			Efeito	
	BCA ² = +15	BCA = 0	BCA = -15	C ₁ ³	C ₂ ³
Vacas¹					
Ca ionizado ⁴ (mg/dl)	4,41	4,67	4,93	0,01	0,03
Ca ionizado ⁵ (mg/dl)	3,67	3,85	4,35	0,03	0,04
pH urina	7,95	7,32	6,01	0,01	0,01
Cons. mat.seca ⁶ (kg/dia)	14,5	14,4	13,0	0,61	0,50
Novilhas¹					
Ca ionizado ⁴ (mg/dl)	4,74	4,83	4,95	0,02	0,08
Ca ionizado ⁵ (mg/dl)	4,44	4,57	4,62	0,02	0,48
pH urina	8,03	7,37	6,42	0,01	0,01
Cons. mat.seca ⁶ (kg/dia)	10,5	9,6	8,0	0,02	0,05

Fonte: Adaptado de MOORE et al. (2000).

¹Os resultados são médias dos quadrados mínimos para análises separadas de vacas e novilhas. Em análise conjunta, as vacas foram diferentes das novilhas para todos os parâmetros ($P < 0,001$);

²Balanço cátio-aniônico da dieta;

³C₁: BCA +15 vs BCA 0 e -15; C₂: BCA 0 vs -15;

⁴Cálcio ionizado - médias de amostras obtidas dos 7 aos 2 dias pré-parto;

⁵Médias de amostras obtidas às 0 h, 12 h, e 1 dia após o parto;

⁶Equivalente às duas semanas pré parto;

As vacas e novilhas, recebendo as dietas com BCA 0 e -15, tiveram pH da urina mais baixo que as do grupo controle durante o período pré-parto, sendo que o BCA -15 foi significativamente inferior aos demais. Isto indica o efeito do BCAD no status ácido-básico do organismo e parece ser um bom parâmetro para se avaliar o efeito de dietas aniônicas. Para que tenham efeito, as dietas aniônicas devem provocar uma diminuição do pH da urina para valores entre 6 e 6,5 (HYEONSHUP et al., 1997ab).

Os resultados concordam com Sanchez et al. (2000) que citam BCAD entre 0 e -10 meq/100 g MS para prevenir distúrbios metabólicos no pré-parto.

É recomendável elevar o teor de Ca da dieta quando se utiliza BCAD negativo, devido ao aumento da excreção renal de Ca causado pela dieta aniônica (BLOCK, 1994). Valores entre 1,1 a 1,3% da matéria seca têm

sido sugeridos. Embora a literatura cite que a ação do PTH e do metabólito ativo da vitamina D₃ diminuam a excreção renal de Ca, é provável que, num segundo momento, devido ao aumento da calcemia, a excreção renal volte a aumentar, justificando os dados de Block (1994).

Em outro trabalho, Jordan e Stokes (2000) citam resultados baseados na incidência de retenção de placenta. A dieta foi formulada de acordo com as recomendações básicas de níveis de minerais (1,2% de cálcio; 0,44% de fósforo; 0,4% de magnésio; 0,15% de sódio; 1,33% de potássio; 0,74% de cloro e 0,37% de enxofre). A formulação foi feita pelas recomendações padrão para ânions limitantes, primeiramente cloro, devido a possíveis problemas de ingestão.

Embora esta dieta tenha proporcionado um BCA de -3,3 meq/kg MS, as vacas nesta dieta não atingiram o pH da urina desejado. O pH foi, em média, de 7,9, não 6 a 6,5, conforme recomendado. Na tentativa de diminuir este pH da urina, foram feitas mudanças adicionais na dieta para que se atingisse um BCA final de -20,2 meq/kg MS (aumentou-se o cloro para 1,07% e o enxofre para 0,56% - os demais minerais permaneceram constantes). Em uma semana, o pH da urina das vacas foi de 6,5 em média. A incidência de retenção de placenta caiu, em média, durante 6 meses, de cerca de 16 para 4%.

Algumas pesquisas têm feito referência aos níveis de K da dieta, como mais importantes do que o Ca, para o controle da incidência de febre do leite. Obviamente esse fato é devido à influência do K no BCAD. Goff e Horst (1997) trabalharam com os efeitos da adição de K, em diferentes níveis de Ca em dietas para vacas no pré-parto. Os resultados estão na Tabela 5.

Tabela 5. Efeitos médios da interação do Cálcio e Potássio dietéticos sobre a incidência de febre do leite.

Dieta	Vacas/tratamento	Vacas c/ F. leite	pH da Urina
0,5% Ca/1,1% K	9	0	5,8
0,5% Ca/2,1% K	11	9	8,0
0,5% Ca/3,1% K	15	15	8,1
1,5% Ca/1,1% K	10	2	5,7
1,5% Ca/2,1%K	9	9	7,9
1,5% Ca/3,1% K	12	12	8,2

Fonte: Adaptado de GOFF e HORST (1997)

Os autores concluíram que a adição de cátions na dieta de vacas no pré-parto aumentou o pH do sangue, e por consequência, da urina, e reduziu a concentração plasmática de hidroxiprolina, sugerindo que a reabsorção de Ca dos ossos foi inibida. Também citam que a concentração de Ca na dieta não é o fator mais importante para a prevenção da febre do leite, e que cátions fortes podem induzir uma alcalose metabólica, diminuindo a capacidade das vacas de manterem a homeostase do Ca.

As dietas aniônicas têm sido citadas, também, como redutoras da incidência de edema de úbere, pela maior taxa de filtração glomerular, aumentando a excreção de água, sem aumentar o consumo (DELAQUIS e BLOCK, 1995abc), e de mastite no início da lactação, quando estas estão associadas a hipocalcemia. Neste caso parece haver alguma influência do fato de que vacas com febre do leite permanecem deitadas por longos períodos de tempo, além da paralisia flácida provocar relaxamento dos esfíncteres dos tetos, permitindo a entrada de patógenos.

Mecanismos hormonais da calcemia

Os mecanismos hormonais de controle da calcemia são bastante sensíveis a pequenas alterações da concentração de Ca ionizado no sangue. A concentração normal de Ca ionizado é da ordem de $8,0 \pm 2$ mg/dl, sendo que, abaixo do valor mínimo, o animal é considerado hipocalcêmico. Quando isso acontece, há secreção do PTH (hormônio da Paratireóide), que tem ação direta e indireta sobre o metabolismo do Ca. A ação direta consiste em aumentar a desmineralização óssea e a reabsorção renal de Ca, e a ação indireta em estimular a secreção do colecalciferol que, por sua vez, aumenta a absorção intestinal e renal do elemento. O aumento da calcemia desencadeia a secreção de calcitonina, que age de modo inverso (GONZÁLEZ e SILVA, 1999).

Em situações de fornecimento de dietas aniônicas, Block (1994) faz referência a alguns autores que encontraram resultados variáveis em relação à absorção ativa ou passiva de Ca no intestino, citando que, inexplicavelmente, a absorção pode diminuir quando o BCAD é baixo. O autor menciona, ainda, que como o intestino é a principal rota excretora de Ca, os dados são de difícil interpretação.

Os rins, em casos de acidose metabólica, tem aumentado a excreção de Ca, e essa queda na retenção de Ca poderia estar estimulando a liberação do PTH e formação de $1,25(\text{OH})\text{D}_3$, estimulando a mobilização óssea. Ainda segundo Block (1994), esse mecanismo poderia manter a calcemia em níveis normais, independente da absorção intestinal de Ca em vacas no pré-parto.

Ingredientes utilizados para o BCAD

Na prática é impossível formular dietas aniônicas exclusivamente a partir dos alimentos utilizados normalmente. É preciso fazer uso de sais ricos em ânions fortes, na forma de produtos que não possuam elementos prejudiciais a outras funções orgânicas do animal. A Tabela 6 traz os principais sais aniônicos utilizados na formulação de dietas. Um aspecto muito importante a considerar é a baixa palatabilidade desses sais.

Tabela 6. Composição química de fontes aniônicas disponíveis (% e concentração de miliequivalentes na matéria original).

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

Fonte: Adaptado de NRC (2001)

Em geral, não há problemas de consumo da dieta caso haja fornecimento via ração completa. A Tabela 7 traz uma idéia do gradiente de palatabilidade dos principais produtos, de acordo com o consumo relativo ao controle, não aniônico.

Tabela 7. Palatabilidade comparativa de alguns sais aniônicos

Tratamento	% Consumo relativo
Controle	100,0
Sulfato de Magnésio (MgSO_4)	78,4
Sulfato de Amônio [$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$]	34,8
Cloreto de Amônio (NH_4Cl)	29,3
Cloreto de Cálcio (CaCl_2)	24,3

Fonte: Adaptado de Peres (2000)

O cloreto de cálcio é o menos palatável e o sulfato de magnésio o mais palatável. Os cloretos de cálcio e de amônio são cáusticos e pouco palatáveis, devendo ser usados criteriosamente, sem ultrapassar 60 g/vaca/dia. Por isso, recomenda-se usar um ou outro. Sais como o NaCl e KCl não são empregados, pois fornecem um ânion e um cátion fortes sendo portanto, neutros.

Problemas associados ao uso do BCAD

Embora a literatura esteja amplamente de acordo sobre os efeitos do BCAD na prevenção de distúrbios metabólicos no período periparturial, em alguns casos têm havido dificuldade em reproduzir os resultados experimentais no sistema de produção. Normalmente esses casos estão associados a problemas como:

a. Fornecimento da dieta por tempo insuficiente: recomenda-se o uso de dietas aniônicas por um período mínimo de 10 dias antes do parto, para que os mecanismos de manutenção da calcemia estejam plenamente ativos ao parto. Fornecimento dessas dietas por períodos muito prolongados podem predispor os animais a fraturas;

b. Redução do Consumo de matéria seca: devido à baixa palatabilidade dos sais aniônicos, embora a dieta esteja balanceada, pode haver redução de consumo, não atingindo os níveis desejados de consumo dos sais aniônicos para produzir o efeito proposto pelo BCAD. É recomendável reduzir ao máximo possível o fornecimento de cátions antes de fazer o BCAD, para evitar a necessidade de uso de grandes quantidades de sais aniônicos;

c. Níveis de Ca inadequados na dieta: é recomendável o fornecimento de Ca na razão de 1,1 a 1,3% da matéria seca da dieta, quando da utilização de dietas aniônicas. Isso visa evitar a drenagem excessiva de Ca dos ossos, e aproveitar os mecanismos de absorção intestinal, que estão ativos. Embora o NRC (2001), baseado em Goff e Horst (1997), mencionem que não parece haver influência do nível dietético de Ca quando se utilizam dietas aniônicas, o trabalho não cita que podem ocorrer atrasos na data do parto, e isso pode provocar excessiva desmineralização dos ossos e aumentar a propensão a fraturas. Sanchez (1995) ressalta que redução de casos de febre do leite tem sido observada com dietas entre -100 e -200 mEq/kg MS, e que essas rações aniônicas devem ser

suplementadas com 140 a 150 g de Ca/vaca/dia, por pelo menos 10 dias antes do parto.

d. Sistemas de Produção a pasto: em sistemas de produção a pasto pode haver dificuldade para fazer a suplementação, já que nenhuma ou apenas pequena quantidade de alimento é fornecida no cocho. Todd (1994) destaca que a incidência de febre do leite em vacas com mais de 4 anos de idade, nos anos de 1992-93 e 1993-94, na Nova Zelândia, foi, respectivamente, de 2,3 e 4,5% quando as pastagens foram pulverizadas com uma mistura de sais aniônicos, e 10,8 e 13,8% quando não houve a pulverização.

Considerações finais

A utilização de dietas aniônicas para vacas no pré-parto representa uma tecnologia que pode reduzir a incidência de distúrbios metabólicos e elevar a eficiência produtiva e reprodutiva de sistemas de produção de leite.

Pesquisas são necessárias para se poder fazer recomendações sobre um ótimo BCAD em rações para vacas leiteiras. Baseado nessa discussão, algumas funções biológicas podem ser manipuladas pelo BCAD, entretanto, um único valor para o BCAD não é o mesmo levando em consideração as diversas funções produtivas dos animais.

Outros distúrbios ligados à produção, os quais estão associados com o balanço ácido-básico e com a capacidade de tamponamento do sangue, incluem laminites e cetoacidoses. Pesquisas devem ser direcionadas à correlação entre esses distúrbios e o BCAD.

Referências

BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p. 21-48.

COOPER, S. R.; KLINE, K. H.; FOREMAN, J. H. *et al.* Effects of dietary cation-anion balance on blood pH, acid-base parameters, serum and urine mineral levels, and parathyroidhormone (PTH) in weanling horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Amsterdam, v. 10, p. 417-420, 1995.

DELAQUIS, A. M.; BLOCK, E. Acid-base status, renal function, water, and macromineral metabolism of dry cows fed diets differing in cation-anion difference. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 78, n. 3, p. 604-619, 1995.

DELAQUIS, A. M.; BLOCK, E. Dietary cation-anion difference, acid-base status, mineral metabolism, renal function, and milk production of lactating cows. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 78, n. 10, p. 2259-2284, 1995.

DELAQUIS, A. M.; BLOCK, E. The effects of changing ration ingredients on acid-base status, renal function, and macromineral metabolism. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 78, n. 9, p. 2024-2039, 1995.

ERDMAN, R. Dietary buffers and anion-cation balance in relation to acid-base status, feed intake and milk composition in the dairy cow. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Jaegerspris, Suppl. 89, p. 83-91, 1993.

FEETMAN, M. J.; CHASE, J.; BENTINCK-SMITH, C. E *et al.* Nutritional chloride deficiency in early lactation Holstein cows. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 67, p. 2321-2330, 1984.

GRANT, I. M.; BINGHAM, A. M.; CAPLE, I. W. Acid-base balance and susceptibility of ewes to hypocalcaemia. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Sidney, v. 19, p. 412-415, 1992.

GOFF, 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. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 80, p. 176-186, 1997.

GOFF, J. P.; HORST, R. L. Use of hydrochloric acid as a source of anions for prevention of milk fever. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 81, p. 2874-2880, 1998.

GONZÁLEZ, F. H. D. e SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 1999. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/favet/bioquimica/graduacao/livro-texto.pdf>> Acesso em: 18 maio 2001.

HOWES, D. Nutritional management in high yielding dairy production systems. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais dos simpósios e workshops**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 185-196.

HYEONSHUP, K.; SANGKI, Y.; UNGGI, K. *et al.* Effect of dietary ion balance (DIB) on incidence of milk fever, milk yield and reproductive efficiency in dry cows. **Journal Livestock Science**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 34-43, 1997.

HYEONSHUP, K.; SANGKI, Y.; UNGGI, K. *et al.* Effect of dietary ion balance (DIB) on blood and urinary pH, Ca and parathyroid hormone concentration in dry cows. **Journal Livestock Science**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 25-33, 1997.

JORDAN, E. R.; STOKES, S. R. Pampering dry cows pays dividends. **Hoard's Dairyman**, Madison, v. 10, p. 510, 2000.

JOYCE, P. W.; SANCHEZ, W. K.; GOFF, J. P. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfalfa. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 80, n. 11, p. 2866-2875, 1997.

LEONARD, M. The dietary cation-anion balance: for more than milk fever. **Producteur de Lait Quebecois**, Quebec, v. 13, n. 2, p. 40-42, 1992.

PERES, J. R. **Recomendações para utilização de dietas aniônicas para vacas leiteiras**. **Milkpoint**. 2000. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/seçõestécnicas/nutrição>> . Acesso em: 16 abr. 2001.

MOORE, S. J. *et al.* Effects of Altering Dietary Cation-Anion Difference on Calcium and Energy Metabolism in Peripartum Cows. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 83. p. 2095-2104, 2000.

Nutrient Requirements Council. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 1989. 6. Ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1989. 157p.

Nutrient Requirements Council. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 2001. 7. Ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 378p.

SANCHEZ, W.; GIESY, J.; GRIFFEL, L. Adjustment of DCAD may improve performance. **Feedstuffs**, Minnetonga, v. 72, n. 38, p. 11-13, 2000.

SANCHEZ, W. K.; BEEDE, D. K. Is there an optimal cation-anion difference for lactation diets? **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 59, p. 1-12, 1996.

SANCHEZ, J. M. Dietary cation-anion balance in dairy cattle nutrition.

Nutricion Animal Tropical, Bogota, v. 2, n. 1, p. 3-29, 1995.

TODD, P. Anion imbalances in dry cow rations - a brief review of the theory and possible practical application in the New Zealand situation.

Proceedings of the 11th seminar for the Society of Dairy Cattle. Veterinarians of the New Zealand Veterinary Association June, 1994, p. 65-78.

WEST, J. W.; HAYDON, K. D.; MULLINIX, B. G.; SANDIFER, T. G. Dietary cation-anion balance and cation source effects on production and acid-base status of heat-stressed cows. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 75, p. 2776-2783, 1992.

WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; SANDIFER, T. G. Changing dietary electrolyte balance for dairy cows in cool and hot environments. **Journal Dairy Science**, Stanford, v. 74, p. 1662-1670, 1991.