

Resposta em parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras ao aumento no balanço cátion-aniônico da dieta

[Response in blood and urinary parameters of dairy cows to the increase in dietary cation-anion balance]

L.B. Correa¹, M.A. Zanetti², G.R. Del Claro¹, F.A. Paiva¹

¹Aluno de pós-graduação - FZEA-USP – Pirassununga, SP

²Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP
Av. Duque de Caxias Norte, 225
13635-9000 – Pirassununga, SP

RESUMO

Estudou-se efeito de quatro níveis de dietas catiônicas sobre os parâmetros ácido-base do sangue e o pH urinário de vacas em lactação. Para a manipulação dos níveis do balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD), foram adicionadas diferentes concentrações de bicarbonato de sódio às dietas, obtendo-se os seguintes tratamentos: +150, +250, +400 e +500mEq/kg de matéria seca. O experimento foi realizado durante o verão, por um período total de 72 dias, utilizando-se oito vacas da raça Holandesa após o pico de lactação, distribuídas em quadrado latino (4x4), replicado, em que cada período teve duração de 18 dias. O pH urinário e o bicarbonato, o pH, o CO₂ total e a pCO₂ do sangue aumentaram linearmente (P<0,01) com o aumento do BCAD. As concentrações de sódio e potássio do sangue não foram modificadas (P>0,05) pelo BCAD. A concentração de cloro no sangue diminuiu linearmente (P<0,01) com o aumento do BCAD. O aumento do BCAD afetou o equilíbrio ácido-base das vacas, promovendo efeito alcalinogênico, o que poderia levar a diferenças significativas no desempenho do animal.

Palavras-chave: vaca leiteira, balanço cátion-aniônico, bicarbonato, pH

ABSTRACT

The effect of four levels of cationic diets on acid-basic parameters of blood and the urinary pH were studied in dairy cattle. In order to manage the dietary cation-anion balance (DCAB) different concentrations of sodium bicarbonate were added to diets, obtaining the following treatments: +150, +250, +400, and +500mEq/kg dry matter. The experiment was performed during the summer, totalizing 72 days, using eight Holstein cows after the lactating peak, distributed in 4 x 4 replicated latin square, with 18 days in each period. The urinary pH and the blood parameters (bicarbonate, pH, total CO₂, and pCO₂) linearly increased (P<0.01) with the DCAB increase. The sodium and potassium concentrations in blood were not modified (P>0.05) by DCAB. The chloride concentration in blood linearly decreased (P<0.01) with the DCAB increase. The DCAB increase affected the acid-base status of cows, promoting an alkalinogenic effect, what could lead to significant differences on animal performance.

Keywords: dairy cow, cation-anion balance, bicarbonate, pH

INTRODUÇÃO

O balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) representa a diferença entre os cátions e os ânions presentes na dieta, podendo ser calculado em mEq de (Na+K) – (Cl + SO₄) por quilograma de matéria seca (MS). Sua principal ação é atuar na regulação do equilíbrio ácido-base, ou seja, na regulação da concentração do íon hidrogênio nos líquidos corporais (Wheeler, 1980).

O BCAD pode influenciar os parâmetros ácido-base do sangue, entretanto, eles somente se alteram quando as compensações respiratória e renal forem incapazes de eliminar a carga ácida ou alcalina (Patience, 1991), sendo que durante a alcalose e a acidose, as variáveis mais afetadas são a concentração plasmática de bicarbonato e o pH urinário (Davenport, 1973).

Recebido em 22 de agosto de 2008

Aceito em 9 de março de 2009

E-mail: lisiabc@yahoo.com.br

Tucker et al. (1988), ao trabalharem com vacas em lactação e quatro níveis de BCAD (-100, 0, +100 e +200mEq de (Na+K) – Cl/kg MS), encontraram aumento linear do pH e bicarbonato do sangue e aumento quadrático do pH urinário conforme o BCAD aumentou. Os níveis de Na e K no soro tenderam a ser maiores que os níveis destes minerais considerados normais, enquanto o nível de Cl no soro diminuiu com o aumento do BCAD.

Verifica-se, portanto, que os estados de alcalose e acidose podem ser manipulados pela alteração do BCAD, podendo levar a diferenças significativas no desempenho do animal. DEL CLARO et al. (2005), ao trabalharem com variação de BCAD de -160 a +500mEq de (Na+K) – (Cl + SO₄) em ovinos, encontraram melhora no desempenho conforme o BCAD aumentou. Um mecanismo que poderia explicar a relação entre o BCAD e o desempenho animal é a bomba de Na⁺ e K⁺. Esta é responsável pela manutenção de altos níveis de K⁺ e baixos níveis de Na⁺ dentro da célula. Por ser um mecanismo ativo, envolve energia na forma de ATP. Esse processo é responsável pelo consumo de aproximadamente 40% da energia de manutenção. A bomba de Na⁺-K⁺ opera constantemente e independe de outros processos metabólicos, entretanto, promove a entrada de glicose para a célula. Como a glicose é uma fonte de energia celular, a redução no funcionamento da bomba Na⁺-K⁺ pode prejudicar as células, especialmente as da glândula mamária, que necessitam de grandes quantidades de glicose para a síntese de lactose. O excesso de um cátion em relação ao outro pode causar aumento da velocidade da bomba, com conseqüente demanda adicional de energia para a manutenção celular, ou uma redução na velocidade, levando a célula a utilizar menor quantidade de energia (Block, 1994).

A homeostase ácido-base tem prioridade fisiológica ao crescimento, à lactação ou à reprodução, segundo Fauchon et al. (1995). A ocorrência de acidose, tanto na forma clínica, como na forma subclínica, em que os sintomas não aparecem, pode afetar o desempenho animal, resultando em grandes implicações econômicas. Segundo Jackson et al. (2001), vacas em lactação devem receber dieta catiônica para impedir a acidose ruminal. Elas devem ter o BCAD

altamente positivo (catiônico), pois esses ruminantes apresentam alta taxa metabólica e, portanto, o ambiente celular tende a tornar-se ácido. Para tanto, é necessário que as concentrações dos íons Na e K, na dieta, sejam mais elevadas em relação aos íons Cl e S, promovendo efeitos alcalinogênicos em oposição à condição acidótica (Block, 1994). Entretanto, devido à escassez de dados na literatura, não se sabe até que nível de BCAD tem-se resposta dos animais.

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos de diferentes níveis de dieta catiônica (+150, +250, +400, +500mEq/kg de MS), por meio da inclusão de bicarbonato de sódio, sobre o pH urinário e parâmetros ácido-base no sangue, em vacas após o pico de lactação, em condições de clima tropical, em que poderia haver influência de estresse provocado pelo calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas oito vacas múltiparas da raça Holandesa, após o pico de lactação, com 120±22 dias em lactação, escore corporal de 3,00, peso de 525±25 e produção média de 17±1,8kg leite/dia. Os animais foram distribuídos em baias individuais, contendo cocho e bebedouro automático.

O BCAD foi calculado pela equação: $BCAD = [(Na^+ + K^+) - (Cl^- + S^{=})]$ mEq/kg MS da ração. O cálculo do BCAD é feito a partir do percentual de sódio, potássio, cloro e enxofre na dieta, em miliequivalente (mEq) é a milésima parte do equivalente e este, por sua vez, relaciona o peso atômico com a carga do cátion ou anion. Para a formulação dos tratamentos experimentais, usou-se como sal catiônico o bicarbonato de sódio (NaHCO₃) e, dessa forma, foram oferecidos quatro tratamentos aos animais: +150; +250; +400 e +500mEq/kg MS. O tratamento com +150mEq/kg MS não continha bicarbonato de sódio.

A dieta foi oferecida na forma de ração total, com 60% de concentrado e 40% de volumoso. A Tab. 1 apresenta a proporção dos ingredientes e a composição percentual de alguns minerais nas dietas.

Resposta em parâmetros sanguíneos...

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes e de alguns minerais nas dietas fornecidas a vacas de leite, em base seca, e respectivos balanços cátion-aniônicos da dieta

Ingrediente	Tratamento (mEq/kg MS)			
	+159	+259	+401	+503
Silagem de milho	40,21	40,03	39,87	39,84
Milho grão	25,19	24,87	24,43	24,07
Soja extrusada	32,77	32,35	31,80	31,30
Suplemento mineral*	0,60	0,60	0,60	0,60
Calcário calcítico	0,60	0,60	0,60	0,60
Óxido de magnésio	0,63	0,63	0,63	0,63
NaHCO ₃	0	0,95	2,09	2,98
Mineral				
Sódio	0,07	0,33	0,64	0,88
Potássio	1,24	1,23	1,21	1,20
Cloro	0,24	0,20	0,21	0,24
Enxofre	0,20	0,18	0,19	0,21

*500g de suplemento mineral contém: 15g de sulfato de ferro; 13g de sulfato de manganês; 6g de óxido de zinco; 0,32g de iodato de potássio; 6,5g de sulfato de cobre e 0,2g de sulfato de cobalto; 0,08g de selenito de sódio; 3,34g de complexo vitamínico com vitamina A (palmitato), vitamina D₃ e tocoferol (acetato) e veículo na forma de fubá de milho.

Foram utilizadas oito vacas, distribuídas em dois quadrados latinos (4x4). Os animais foram levados às baias uma semana antes do início do experimento, para que houvesse adaptação ao local e ao bebedouro automático. Após a adaptação, os animais foram pesados e iniciou-se a fase experimental, que teve duração de 72 dias. Esta fase foi composta por quatro períodos de 18 dias, sendo a colheita de material realizada nos dois últimos dias. O alimento e a água foram fornecidos *ad libitum*. No fim de cada período, os animais eram pesados para ajuste no fornecimento das dietas.

A silagem de milho e as rações fornecidas foram amostradas semanalmente, para posteriores análises. As determinações de matéria seca, matéria mineral, sódio e potássio seguiram as recomendações da AOAC (Oficial..., 1990). O enxofre foi determinado por turbidimetria, seguindo a metodologia adotada por Alvarez et al. (2001) e o cloro por titulometria com nitrato de prata (Malavolta et al., 1989).

As amostras de urina foram colhidas por estimulação manual para análise imediata do pH e as de sangue por punção da veia jugular, para análises de pH, bicarbonato, pressão de CO₂, CO₂ total, sódio, potássio e cloro, utilizando-se um analisador clínico portátil¹.

O delineamento experimental foi o quadrado latino (4 vacas x 4 períodos) com repetição simultânea. O modelo estatístico incluiu efeitos de tratamentos,

quadrado latino, animal dentro de quadrado latino e período, conforme a equação:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + A_k + P_l + E_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = é a observação referente ao i -ésimo tratamento, j -ésimo quadrado latino, k -ésimo animal dentro de quadrado latino e l -ésimo período; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i , $i = 1, 2, 3$ e 4 ; Q_j = efeito do quadrado latino j , $j = 1$ e 2 ; A_k = efeito do animal k dentro de quadrado latino, $k = 1, 2, 3$ e 4 ; P_l = efeito do período l , $l = 1, 2, 3$ e 4 ; E_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação. As variáveis foram analisadas no PROC GLM do SAS/1988 por regressão, com os níveis do BCAD +150, +250, +400 e +500mEq/kg MS. O nível de significância adotado foi o de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de pH urinário estiveram dentro da variação encontrada na literatura. Entretanto, dentro dessa faixa, o pH aumentou linearmente ($P < 0,01$), variando de 8,02 a 8,25 conforme aumento do BCAD (Fig. 1). Segundo Paticence (1991), o pH da urina é um indicador muito útil da carga ácida ou alcalina eliminada pela urina. Em geral, o pH da urina de ruminantes é básico, variando de 7,4 a 8,4 (Church, 1977), sendo afetado por mudanças no estado ácido-base de animais alimentados com rações contendo apropriadas quantidades de sais aniônicos (Davidson et al., 1995).

¹i-STAT Portable Clinical Analyser – Fribourg, Suíça.

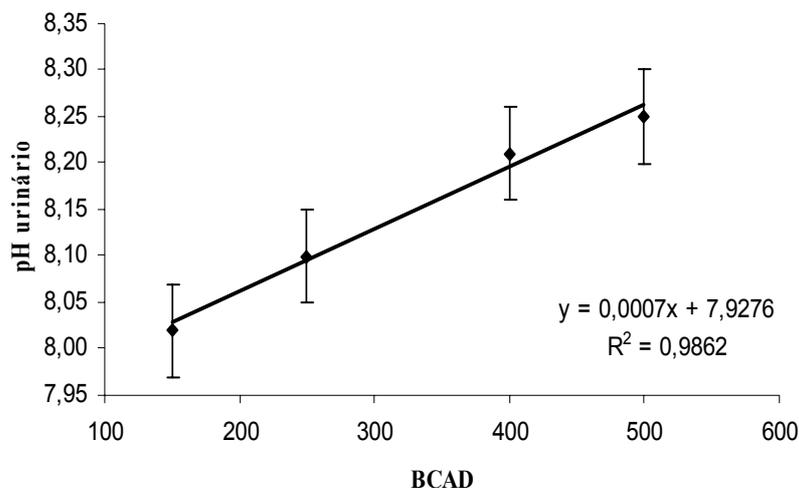


Figura 1. pH urinário de vacas em lactação, segundo balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD).

Os resultados obtidos estão de acordo com os encontrados por Borucki Castro et al. (2004), os quais testaram o efeito de quatro níveis de BCAD no *status* ácido-base de vacas em lactação e verificaram que o pH urinário aumentou linearmente conforme o aumento do BCAD. Leite et al. (2003) e Tauriainen (2003), ao trabalharem com vacas em lactação, também relataram aumento do pH com acréscimo do BCAD.

Durante a alcalose metabólica, o pH plasmático e a concentração de bicarbonato estão elevados.

Assim, tem-se a excreção urinária de bicarbonato e uma urina alcalina é excretada para manter a eletroneutralidade (Davenport, 1973). Os diferentes níveis de BCAD das dietas deste experimento foram conseguidos por meio da adição de NaHCO_3 , o que pode ter ocasionado uma leve alcalose. Desse modo, os resultados podem ser explicados pelo aumento da excreção de bicarbonato pelos rins, como efeito compensatório da maior ingestão de NaHCO_3 , e consequente aumento do pH sanguíneo.

Tabela 2. Valores médios da concentração de HCO_3^- , pH, TCO_2 e pCO_2 no sangue de vacas em lactação recebendo quatro níveis de dietas catiônicas

	+150	+250	+400	+500	L	Q	C
HCO_3^- (mM)	24,75	25,75	27,75	28,38	<0,001	0,785	0,673
EP	1,306	0,959	1,264	1,558			
pH	7,438	7,441	7,471	7,486	<0,001	0,353	0,352
EP	0,012	0,019	0,017	0,016			
TCO_2 (mM)	25,75	26,00	28,63	29,88	<0,001	0,551	0,507
EP	1,031	0,824	1,451	1,457			
pCO_2 (mmHg)	35,38	36,04	38,20	40,61	<0,001	0,288	0,948
EP	1,289	1,358	1,085	1,136			

EP: erro-padrão. L: linear; Q: quadrático; C: cúbico.

Com relação ao bicarbonato sanguíneo, os resultados obtidos assemelham-se aos relatados por Tucker et al. (1988); Borucki Castro et al. (2004); Roche et al. (2005) e Apper-Bossard et al. (2006), os quais, em experimentos realizados com vacas em lactação, encontraram aumento

linear do bicarbonato com o acréscimo do BCAD.

Segundo Erdman (1988), o uso de bicarbonato de sódio, para aumentar os valores de BCAD, como no presente experimento, tem tendência a aumentar o bicarbonato sanguíneo. Quando

predomina o Na (em uma dieta catiônica), a absorção desse elemento é acompanhada pela troca de íons hidrogênio, os quais vão para os intestinos, diminuindo sua concentração no sangue e levando a uma condição de alcalose metabólica (Block, 1994). A excreção urinária de bicarbonato pareceu ser o principal mecanismo pelo qual as vacas leiteiras responderam à alcalose metabólica induzida pelas dietas catiônicas, o que pode ser percebido pelo aumento linear significativo do seu pH urinário. Entretanto, a resposta compensatória dos rins não foi suficiente para eliminar a carga alcalina, uma vez que houve alteração nas concentrações do bicarbonato sanguíneo (Tab. 2).

O pH do sangue é altamente tamponado e mantido dentro de variações muito estreitas pelos rins, funções respiratórias e sistemas tampões (Block, 1990), estando, em vacas, na faixa de 7,31 a 7,53 (Campos, 1998). No presente trabalho, os valores médios de pH sanguíneo das vacas estiveram dentro da faixa citada acima. Entretanto, conforme o acréscimo do BCAD, houve aumento de pH de forma linear, variando de 7,44 a 7,49. Os resultados obtidos são semelhantes aos apresentados por Borucki Castro et al. (2004); Roche et al. (2005) e Apper-Bossard et al. (2006), os quais, ao estudarem a relação entre níveis de BCAD e parâmetros ácido-base do sangue em vacas leiteiras, verificaram aumento linear do pH do sangue conforme o aumento do BCAD. No trabalho de Krzywiecki et al. (2005), com vacas em lactação, o aumento no BCAD também proporcionou aumento do pH sanguíneo. Segundo Zia et al. (2001), durante a lactação, há aumento de pH do sangue com o acréscimo do BCAD.

Parece provável que o mecanismo pelo qual o BCAD afetou o pH sanguíneo no presente trabalho tenha sido pela alteração da concentração de bicarbonato no sangue, uma vez

que esta e o pH aumentaram linearmente com o aumento do BCAD.

Com relação ao CO₂ total, os resultados apresentados na Tab. 2 assemelham-se aos obtidos por Roche et al. (2005), os quais, ao trabalharem com vacas em lactação e BCAD variando de +230 a +880mEq/kg MS, observaram aumento linear do TCO₂ com o aumento do BCAD. Tucker et al. (1994) e Setti (2001) também relataram maior concentração de CO₂ total no sangue de vacas que receberam o maior BCAD.

Segundo Davenport (1973), ocorre compensação respiratória para a alcalose metabólica, pois o aumento do pH deprime a respiração e reduz a ventilação dos espaços alveolares, aumentando o nível de CO₂ total e, consequentemente, a pCO₂ do sangue arterial, o que induz à queda do pH. Esta pode ser a explicação para os resultados obtidos no presente trabalho, uma vez que as dietas catiônicas utilizadas podem ter causado uma leve alcalose metabólica nos animais.

Os resultados de pressão de CO₂ obtidos estão de acordo com os relatados por Roche et al. (2005), que, ao avaliarem diferentes níveis de BCAD para vacas em lactação, encontraram aumento linear da pCO₂ no sangue, conforme os níveis do BCAD aumentaram. West et al. (1991); Joyce et al. (1997) e Setti (2001) também verificaram maior pCO₂ no sangue de vacas da raça Holandesas alimentadas com o maior BCAD.

A pCO₂ é inversamente proporcional à ventilação pulmonar (Andersen, 1963) e, portanto, diretamente proporcional ao pH sanguíneo, o que pode explicar os resultados obtidos neste trabalho, ou seja, a pCO₂ aumentou linearmente, juntamente com o pH sanguíneo e o CO₂ total, conforme o acréscimo do BCAD.

Tabela 3. Concentrações médias de Na, K e Cl no sangue de vacas em lactação que receberam diferentes níveis de dietas catiônicas

	+150	+250	+400	+500	P>F	L	Q	C
Na (mmol/L)	135,75	135,50	136,50	135,88	0,841	0,661	0,819	0,456
EP	0,366	0,707	1,180	0,854				
K (mmol/L)	3,96	4,01	3,96	4,00	0,979	0,921	0,952	0,684
EP	0,063	0,113	0,131	0,082				
Cl (mmol/L)	106,63	105,50	104,13	103,63	<0,01	<0,01	0,677	0,938
EP	0,844	0,535	1,025	0,498				

EP: erro-padrão. L: linear; Q: quadrático; C: cúbico.

Com relação ao Na (Tab. 3), os resultados foram semelhantes aos obtidos por Chan et al. (2005), os quais, ao trabalharem com vacas em lactação, não encontraram variação dos níveis séricos de Na como consequência da variação do BCAD. Setti (2001) também não verificou diferença significativa entre o alto e o baixo BCAD, para a variável Na no sangue de vacas da raça Holandesa.

A concentração de Na no sangue é mantida relativamente constante por meio da regulação do consumo e excreção do elemento (Swenson, 1984). Uma possível explicação para os resultados obtidos seria a resposta compensatória dos rins, ou seja, conforme o BCAD aumentou, com consequente aumento da ingestão de Na, pode ter ocorrido maior excreção urinária desse mineral, mantendo sua concentração no sangue.

Os resultados obtidos para a variável K (Tab. 3) assemelham-se aos relatados por Goff e Horst (1997); Setti (2001) e Chan et al. (2005), os quais não encontraram efeito significativo de diferentes BCADs sobre a concentração de K no sangue. No presente trabalho, as concentrações de K dietético foram semelhantes, portanto, parece provável que o mecanismo de controle do K tenha funcionado de forma adequada.

Para a variável Cl, os resultados obtidos (Tab. 3) são semelhantes aos encontrados por Tucker et al. (1988); West et al. (1991) e Roche et al. (2005), os quais verificaram diminuição linear da concentração de Cl no sangue de vacas lactantes, em função do aumento do BCAD.

O metabolismo do Cl é controlado em relação ao Na, a fim de manter a homeostase, desse modo, quando um excesso de Na é excretado pelos rins, geralmente há excesso de cloreto também excretado (Wheeler, 1980). Neste experimento, o aumento do BCAD foi obtido pelo aumento nos níveis de NaHCO_3 , e os níveis dietéticos de Cl foram semelhantes entre os tratamentos. Provavelmente, houve maior excreção de Na para que sua concentração sanguínea pudesse ser mantida. Assim, a possível explicação para a diminuição do nível de Cl no sangue com o aumento do BCAD estaria no aumento da excreção de cloreto como íon “acompanhante” da excreção de sódio, como forma de neutralidade (Tucker et al., 1988).

CONCLUSÕES

Houve efeito do aumento do BCAD dentro dos níveis estudados, +150 até + 500mEq/kg de MS, sobre os mecanismos respiratórios e renais e, portanto, o equilíbrio ácido-base de vacas pode ser modificado por mudanças no balanço cátion-aniónico da dieta, mesmo dentro de uma variação positiva. Isso pode levar a diferenças significativas no desempenho animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, O.S. Blood acid-base alignment nomogram. *Scand. J. Clin. Lab. Investig.*, v.15, p.211-217, 1963.
- ALVAREZ, V.V.H.; DIAS, L.E.; RIBEIRO JUNIOR, E.S. et al. *Métodos de análises de enxofre em solos e plantas*. Viçosa: UFV, 2001. 131p.
- APPER-BOSSARD, E.; PEYRAUD, J.L.; FAVERDIN, P. et al. Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.749-760, 2006.
- BLOCK, E. The response to the balance of major minerals by dairy cow. *Dairy Sci. Abstr.*, v.52, p.2, 1990.
- BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.1437-1450, 1994.
- BORUCKI CASTRO, S.I.; PHILLIP, L.E.; GIRARD, V. et al. Altering dietary cation-anion difference in lactating dairy cows to reduce phosphorus excretion to the environment. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.1751-1757, 2004.
- CAMPOS, J.M.S. *Balanço dietético cátion-anion na alimentação de vacas leiteiras, no período pré-parto*. 1998. 103f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CHAN, P.S.; WEST, J.W.; BERNARD, J.K. et al. Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *J. Dairy Sci.*, v.88, p.4384-4392, 2005.
- CHURCH, D.C. *Bases científicas para la nutrición y alimentación de los animales*

- domésticos. Zaragoza: Editorial Acribia, 1977. 462p.
- DAVENPORT, H.W. *ABC da química ácido-básica do sangue*. São Paulo: Ateneu, 1973. 127p.
- DAVIDSON, J.; RODRIGUEZ, L.; PILBEAM, T. et al. Urine pH check helps avoid milk fever. *Hoard's Dairyman*, v.140, p.634, 1995.
- DEL CLARO, G.R.; ZANETTI, M.A.; PAIVA, F.A. Influência do balanço cátion-aniônico da dieta no rúmen e no desempenho de ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, p.644-651, 2005.
- ERDMAN, R.A. Dietary buffering requirements of the lactating dairy cow: a review. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.3246-3266, 1988.
- FAUCHON, C.; SEOANE, J.R.; BERNIER, J.F. Effects of dietary cation-anion concentrations on performance and acid-base balance in growing lambs. *J. Anim. Sci.*, v.75, p.145-151, 1995.
- 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. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.176-186, 1997.
- JACKSON, J.A.; AKAY, V.; FRANKLIN, S.T. et al. The effect of cation-anion difference on calcium requirement, feed intake, body weight gain, and blood gasses and mineral concentration of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.147-153, 2001.
- JOYCE, P.W.; SANCHEZ, W.K.; GOFF, J.P. Effect of anionic salts in prepartum diets based on alfafa. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.2866-2875, 1997.
- KRZYWIECKI, S.; BODARSKI, R.; PRES, J. et al. The relationship between cation-anion differences in dairy cow diets and some blood indices levels and milk composition. *J. Anim. Feed Sci.*, v.14, p.271-274, 2005.
- LEITE, L.C.; ANDRIGUETTO, J.L.; De PAULA, M.C. et al. Decreasing dietary cation-anion balances in Holstein cows. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1259-1265, 2003.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, J.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.
- OFFICIAL methods of analysis. 15.ed. Arlington: AOAC, 1990. 1298p.
- PATIENCE, J.F. Acid-base balance in animal nutrition. In: CONTINUING EDUCATION CONFERENCE. Coaling, CA. *Proceeding...* Harris Ranch: ARPAS, 1991. p.1-41.
- ROCHE, J.R.; PETCH, S.; KAY, J.K. Manipulating the dietary cation-anion difference via drenching to early lactation dairy cows grazing pasture. *J. Dairy Sci.*, v.88, p.264-276, 2005.
- SETTI, M.C. *Estudo dos efeitos do balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) em alguns parâmetros metabólicos de vacas da raça Holandesa*. 2001. 209f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SWENSON, M.J. *Dukes fisiologia dos animais domésticos*. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1984. 799p.
- TAURIAINEN, S. Effect of anionic salts on some blood and urine minerals, acid-base balance and udder oedema of dry pregnant cows. *Agric. Food Sci. Finl.*, v.12, p.83-93, 2003.
- TUCKER, W.B.; HARRISON, G.A.; HEMKEN, R.W. Influence of dietary cation-anion balance on milk, blood, urine and rumen fluid in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.346-354, 1988.
- TUCKER, W.B.; SHIN, I.S.; HOGUE, J.F. et al. Natural sodium sesquicarbonate fed for an entire lactation: influence on performance and acid-base status of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.77, p.531-537, 1994.
- WEST, J.W.; MULLINIX, B.G.; SANDIFER, T.G. Changing dietary electrolyte balance for dairy cows in cool and hot environments. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.1662-1674, 1991.
- WHEELER, W.E. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.51, p.224-232, 1980.
- ZIA, U.H.; SARWAR, M.; ZAFAR, I. et al. Dietary cation-anion balance in the ruminants II - effects during mid lactation and dry period. *Int. J. Agric. Biol.*, v.3, p.143-148, 2001.