

## Influência da diferença cátion-aniônica da dieta sobre o balanço de cálcio, fósforo e magnésio em ovinos

[*Influence of the dietary cation-anion difference on calcium, phosphorus and magnesium balance in sheep*]

C.A. Gomide<sup>1</sup>, M.A. Zanetti<sup>1</sup>, M.V.C. Penteado<sup>2</sup>, C.R.O. Carrer<sup>1</sup>, G.R. Del Claro<sup>3</sup>, A.S. Netto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP  
Rua Duque de Caxias-Norte, 225  
13635-900 – Pirassununga, SP

<sup>2</sup>Faculdade de Ciências Farmacêuticas - USP

<sup>3</sup>Doutorando da FZEA – USP

### RESUMO

O efeito do balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) no balanço macromineral (cálcio, fósforo e magnésio), no pH urinário e fecal, na concentração sérica de cálcio, fósforo e magnésio foi estudado utilizando-se 16 carneiros machos, da raça Santa Inês, por um período de 26 dias, sendo sete de adaptação. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro tratamentos. Para a manipulação do BCAD foram adicionados cloreto de cálcio e bicarbonato de sódio, obtendo-se os seguintes tratamentos: -12; +30; +76 e +133mEq/kg MS da ração. Não foram encontradas diferenças ( $P>0,10$ ) no pH fecal, pH urinário, balanço de fósforo e magnésio. Com o aumento do BCAD houve decréscimo da absorção e retenção de cálcio, e aumento da excreção fecal. A manipulação do BCAD interferiu no metabolismo de macrominerais, principalmente no de cálcio.

Palavras-chave: BCAD, cálcio, fósforo, magnésio, pH

### ABSTRACT

*The dietary cation-anion balance (DCAB) effect on the macromineral (calcium, phosphorus and magnesium) balance, urinary and faecal pH, serum concentration of calcium, phosphorus and magnesium was studied in 16 Santa Inês adult sheep, during 26 days, being a seven-day-period of adaptation. The experiment consisted in a completely randomized block design with four treatments. Calcium chloride and sodium bicarbonate were added to DCAB manipulations to achieve the values: -12; + 30; +76 and +133mEq/kg DM. There was no effect of DCAB ( $P>0.10$ ) on fecal and urinary pH, and on phosphorus and magnesium balance. The increase in the DCAB corresponded to a decrease in calcium absorption and calcium retention, and an increase in calcium fecal excretion values. The manipulation of the DCAB affected the macromineral metabolism, mainly the calcium metabolism.*

*Keywords: DCAB, calcium, phosphorus, magnesium, pH*

---

Recebido para publicação em 16 de maio de 2003

Recebido para publicação, após modificações, em 2 de dezembro de 2003

E-mail: cbgomide@usp.br

## INTRODUÇÃO

O balanço cátion-aniônico dietético (BCAD), também conhecido por diferença cátion-ânion da dieta ou balanço eletrolítico (BE), representa a diferença entre os cátions e os ânions fixos totais presentes na dieta. Em geral, o BCAD é calculado em mEq de  $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})/\text{kg}$  ou 100 gramas de matéria seca (MS). O enxofre, apesar de não ser um íon fixo, é incluído no cálculo do BCAD para ruminantes.

O BCAD pode interferir no metabolismo de alguns minerais. Segundo Block (1994), o BCAD negativo pode inibir a absorção ativa e passiva de cálcio nos intestinos, estimulando a produção de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , o que estimularia o PTH a fazer mobilização óssea direta. Takagi e Block (1991), ao utilizarem carneiros, demonstraram que dietas acidogênicas aumentam a excreção urinária de cálcio e diminuem sua retenção, o que provoca a formação de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e a liberação de PTH para estimular a mobilização óssea. Del Claro et al. (2002), em experimento conduzido com bovinos em crescimento, não encontraram alteração na absorção aparente de cálcio com o uso de dieta aniônica, entretanto, relataram aumento na excreção urinária desse macromineral. Magnésio e fósforo têm o metabolismo intimamente ligado ao do cálcio, dessa forma, diferentes níveis de BCAD também influenciam o metabolismo deles. Vagnoni e Oetzel (1998) não encontraram diferença na excreção urinária de magnésio em função da dieta aniônica oferecida a vacas secas. Fauchon et al. (1995), ao alimentarem carneiros com dietas variando de +100 a +700meq/kg de MS, encontraram decréscimo na concentração plasmática de Mg com o aumento do BCAD. Beighle et al. (1995) utilizaram como tratamentos BCAD de -11,1, +16,5 e +25,6 $\mu\text{mol}/100\text{g}$  MS e verificaram que as concentrações de P nas fezes e no sangue foram maiores para a dieta aniônica do que para as dietas controle e catiônica. O Mg fecal foi maior na aniônica. Jackson et al. (2001) verificaram que diferentes relações entre cátions e ânions na dieta não alteraram a excreção urinária de fósforo. Campos (1998), ao avaliar o balanço dietético cátion-aniônico na alimentação de vacas leiteiras pré-parto, observou que a dieta aniônica reduziu a absorção aparente de P e Mg. Setti (2001) observou que a dieta aniônica aumentou as concentrações de Ca e P; além

disso, as concentrações desses macrominerais no sangue não foram afetadas pelas dietas catiônica ou aniônica.

O objetivo do presente experimento foi o de estudar os efeitos do balanço cátion-aniônico da dieta no metabolismo de cálcio, fósforo e magnésio em ruminantes, por meio de um ensaio de digestibilidade em ovinos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, SP, utilizando 16 carneiros machos, não castrados, da raça Santa Inês com peso médio de 35,55kg e idade de 12 meses.

A escolha dos ingredientes para a dieta utilizada foi feita em função da palatabilidade e visando atender às necessidades nutricionais preconizadas pelo Nutrient... (1985) (Tab. 1). A Tab. 2 apresenta a composição centesimal das dietas experimentais e seus respectivos balanços cátion-aniônicos, expressos na matéria seca.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes da dieta experimental dos ovinos alimentados com diferentes balanços cátion-aniônicos (mEq/kg MS)

Ingrediente	%
Fubá de milho	55,30
Casca de algodão	25,00
Farelo de soja	12,50
Farelo de trigo	1,00
Óleo de soja	1,00
Fosfato bicálcico	2,00
Calcário calcítico	1,20
Uréia	1,00
Sal experimental	0,57
Suplemento mineral*	0,43

\*410,0g de cloreto de sódio; 16,7g de sulfato de ferro II; 3,0g de sulfato de manganês II; 2,6g de óxido de zinco; 2,0g de sulfato de cobre II e 0,05g de sulfato de cobalto.

O BCAD foi calculado pela seguinte equação:  $\text{BCAD} = [(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-})] \text{ mEq/kg MS da ração}$ . Para a formulação dos tratamentos experimentais usou-se como sal aniônico o cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e como sal catiônico o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

### Influência da diferença cátion-aniônica...

Tabela 2. Composição químico-bromatológica e percentual dos minerais das dietas para ovinos alimentados de acordo com balanço (tratamento) cátion-aniônico (mEq/kg MS)

Componente	Tratamento			
	-12	+30	+76	+133
Matéria seca (%)	87,45	87,80	88,25	88,05
Proteína bruta (%)	15,15	15,60	16,23	16,51
Fibra bruta (%)	11,30	9,70	10,40	10,70
Extrato etéreo(%)	4,13	4,75	4,52	5,18
Matéria mineral (%)	4,85	5,50	5,60	5,25
Extrato não nitrogenado (%)	64,57	64,45	63,25	62,36
Cálcio (%)	1,07	0,98	0,91	0,90
Magnésio (%)	0,44	0,43	0,40	0,43
Sódio (%)	0,42	0,43	0,44	0,57
Potássio (%)	0,66	0,67	0,68	0,68
Enxofre (%)	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro (%)	0,89	0,77	0,63	0,62
Fósforo (%)	0,61	0,62	0,64	0,61

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas com estrado de plástico para coleta total da urina. Em cada animal foram ajustadas bolsas para coleta de fezes e a água foi fornecida "ad libitum".

Nos primeiros sete dias os animais receberam quantidades crescentes da dieta experimental e decrescentes de volumoso (feno de *coast-cross*). O consumo diário de ração foi estabelecido em 1.200g/dia, o que representou cerca de 90% do consumo voluntário médio, visando a eliminação de eventuais sobras. Esse valor foi determinado para que não houvesse efeito das diferentes quantidades ingeridas pelos animais. A partir do oitavo dia e por 19 dias os animais receberam apenas as dietas experimentais, sendo os cinco últimos utilizados para colheita de fezes e urina para o balanço de minerais.

As fezes e a urina de cada animal foram colhidas diariamente, homogêneas e delas retiradas alíquotas de 10%. As rações fornecidas também foram amostradas semanalmente durante o período experimental.

No último dia do experimento, foram retiradas amostras de sangue e levadas ao laboratório,

Tabela 3. Valores médios de cálcio, fósforo e magnésio no soro dos ovinos alimentados de acordo com o balanço (tratamento) cátion-aniônico (mEq/kg MS)

Variável	Tratamento				Média ± EPM
	-12	+30	+76	+133	
Ca (mg/100ml)	17,00	26,50	11,25	14,25	17,25±2,98
P (mg/100ml)	9,60	7,50	9,03	9,60	8,93±0,74
Mg (mg/100ml)	2,88	2,75	1,88	2,25	2,44±0,13

EPM = Erro-padrão da média.

centrifugadas a 3.500g, durante 10 minutos. As amostras de soro foram desproteinizadas pelo uso de uma solução de ácido tricloroacético a 10%.

As amostras de fezes foram submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 horas. A seguir, foram moídas em moinho tipo Willey, dotados de peneiras de 1mm de diâmetro e acondicionadas em sacos plásticos.

As determinações de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) para fezes e rações foram realizadas segundo Official... (1990).

Para análise dos minerais (fezes, urina, soro e rações) realizou-se uma digestão nítrico-perclórica e posterior diluição. As leituras para cálcio e magnésio foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica. O fósforo foi quantificado pela metodologia de Fiske e Subbarow (1925).

Foram realizadas medições diárias do pH fecal e urinário. O pH da urina foi obtido, imediatamente, após a colheita da última urina diária. Para as fezes, foram utilizadas alíquotas de 20g de fezes frescas, acrescidas de 80ml de água deionizada. Após a homogeneização, foram filtradas em papel de filtro comum e realizadas as leituras.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos (balanço cátion/ânion) e quatro repetições. Todos os dados foram submetidos à análise de variância e para se verificar o efeito dos tratamentos, realizou-se análise de regressão em função dos diferentes valores do balanço cátion-aniônico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos níveis de cálcio no soro sanguíneo são apresentados na Tab. 3.

Em relação ao aumento dos níveis de balanço cátion-aniônico dietético na alimentação de carneiros, verificou-se que houve efeito cúbico ( $P < 0,01$ ) sobre os valores de Ca no soro.

Tucker et al. (1991a) observaram efeito quadrático ao serem oferecidas dietas aniônicas obtidas com a suplementação de cloro e enxofre. Wang e Beede (1992), ao trabalharem com vacas, fizeram uso dos sais  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , por um período de 14 dias. Os autores encontraram maior concentração sérica de Ca ionizado para o grupo com dieta aniônica, em relação ao controle (4,68 contra 4,88mg/dl). Entretanto, o Ca total não foi afetado (9,64 contra 9,56mg/dl). O pouco tempo de oferecimento dos sais aniônicos pode ter sido a razão para que o cálcio total não fosse aumentado. Setti (2001) não encontrou diferença significativa entre os níveis de Ca ionizado de vacas alimentadas com dieta catiônica ou aniônica, embora após o parto tenha havido aumento nos níveis de Ca plasmático em vacas alimentadas com dieta aniônica. No entanto, Del Claro et al. (2002) observaram aumento no nível de cálcio no soro 19 dias após o oferecimento de dieta aniônica (-157mEq/kg). Segundo Tucker et al. (1991b), a adição de bicarbonato de sódio na ração de vacas não promoveu variação na concentração sérica do cálcio.

O comportamento do Ca observado neste experimento não pode ser explicado de forma definitiva, entretanto, os diversos mecanismos de controle da homeostase de cálcio no organismo estiveram agindo com diferentes intensidades. Talvez um período mais longo de experimento ou um BCAD mais negativo definissem mais claramente a tendência, porém, o BCAD afetou o equilíbrio do cálcio sérico.

Observou-se efeito cúbico do aumento do BCAD ( $P < 0,01$ ) sobre os níveis de magnésio no sangue (Tab. 3). Resultados semelhantes foram relatados por Takagi e Block (1991). Os resultados obtidos neste trabalho assemelham-se aos de Setti (2001) que trabalhou com vacas alimentadas com dieta aniônica. Essa dieta resultou em maior concentração de magnésio no sangue (2,03mg/dl) do que a dieta catiônica (1,92mg/dl).

Foi observada relação inversa entre o nível de magnésio no plasma e a dieta aniônica, o que pode ser atribuído à reabsorção óssea, cujo efeito não está correlacionado com a absorção do elemento em si. A alteração no teor de magnésio também pode ser explicada pelo comportamento observado nos níveis séricos de cálcio, indicando que há mudanças no metabolismo desse elemento, que afeta o equilíbrio do magnésio, graças às estreitas relações entre elas.

Os níveis séricos de fósforo (Tab. 3) não apresentaram variação ( $P > 0,05$ ) com a alteração do BCAD, semelhante ao que foi observado por Vagnoni e Oetzel (1998) e Setti (2001).

Jackson et al. (2001), em experimento conduzido com bezerros, não encontraram diferenças no fósforo plasmático entre dois níveis de BCAD (0 e 200mEq/kg de MS). Nesta pesquisa, o fósforo foi fornecido em quantidade suficientemente alta para que não sofresse interferência com a alteração do BCAD, como a encontrada por Beighle et al. (1988), que apresentaram resultados da interação do BCAD empregando diferentes níveis de fósforo na dieta.

Block (1984) relatou aumento dos níveis de P sérico para vacas que receberam dietas aniônicas logo após o parto. Tudo indica que, em dietas com baixo nível de fósforo, a redução do BCAD pode aumentar a disponibilidade de fósforo para vacas, via aumento da absorção intestinal ou da mobilização óssea. Assim, o BCAD alto pode interferir na utilização do fósforo, principalmente quando o mesmo estiver em baixos níveis na dieta.

Os mecanismos de controle citados, a mobilização óssea, a absorção intestinal e a reabsorção renal são suficientes para explicar a ausência de resposta do fósforo sanguíneo, quando os níveis do elemento na dieta são adequados.

Na Tab. 4 observa-se aumento na absorção aparente e retenção de cálcio para o BCAD negativo quando comparado com os níveis positivos ( $P < 0,10$ ). Estes resultados ocorreram em função da menor excreção de cálcio pelas fezes na dieta negativa, já que não houve maior excreção de cálcio pela urina.

*Influência da diferença cátion-aniônica...*

Tabela 4. Níveis médios de cálcio, fósforo e magnésio em ovinos alimentados de acordo com o balanço (tratamento) cátion-aniônico (mEq/kg MS)

Variável	Tratamento				Média ± EPM
	-12	+30	+76	+133	
<b>Cálcio</b>					
Consumo (g/dia)	11,22	10,35	9,64	9,50	-
Fezes (excreção %)*	77,59	81,94	87,73	86,82	83,52 ±3,84
Urina (excreção %)*	3,85	4,08	2,23	5,11	3,82±1,06
Absorção (%)*	22,39	17,85	12,24	13,22	16,43±3,84
Retenção (%)*	18,65	13,65	10,01	8,11	12,61±3,80
<b>Fósforo</b>					
Consumo (g/dia)	6,40	6,53	6,78	6,44	-
Fezes (excreção %)*	50,04	49,38	48,08	50,59	49,52±8,95
Urina (excreção %)*	18,48	17,61	25,41	20,00	20,37±6,15
Absorção (%)*	49,96	50,61	51,92	49,42	50,48±8,95
Retenção (%)*	31,49	33,00	26,51	29,43	30,11±7,28
<b>Magnésio</b>					
Consumo (g/dia)	4,62	4,53	4,24	4,54	-
Fezes (excreção %)*	75,02	74,19	82,29	76,66	77,04±3,48
Urina (excreção %)*	20,89	16,78	12,08	14,60	16,09±3,00
Absorção (%)*	25,00	25,83	17,69	23,35	22,97±3,48
Retenção (%)*	4,11	9,05	5,60	8,76	6,88±5,19

EPM = Erro-padrão da média \* Calculados em relação ao consumido.

Foram observados decréscimos lineares ( $P < 0,10$ ) para a retenção e absorção de cálcio com o aumento do BCAD e efeito linear crescente ( $P < 0,10$ ) para a excreção fecal. Tal efeito foi devido ao aumento da excreção fecal do elemento, pois a excreção urinária de cálcio não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de BCAD. A absorção intestinal de cálcio pode ser aumentada em função da diminuição do BCAD. A maior absorção de cálcio se dá pela natureza acidogênica dos íons no intestino que aumentam a solubilização do cálcio (Lomba et al., 1978). Neste estudo, os dados obtidos para a absorção aparente de cálcio assemelham-se aos de Schonewille et al. (1994), que também obtiveram aumento na absorção aparente de Ca provocada pelo uso de dietas negativas. Spanghero (2002) verificou aumento significativo na excreção urinária de cálcio com o uso de dietas aniônicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Del Claro (2002), Setti (2001) e Campos (1998), apesar de trabalharem com dietas de -157, -50,8 e -79 mEq/kg de MS, respectivamente. Este aumento pode ser resultado direto da excreção de acidez livre, causada pela adição de sulfato e/ou cloreto à dieta. Assim, a hipercalciúria observada seria o resultado da interferência dos íons hidrogênio no mecanismo de reabsorção de cálcio nos rins, o que não foi encontrado no presente trabalho, provavelmente devido ao

tempo de suplementação com os sais aniônicos (19 dias) e pelo BCAD ser pouco negativo (-12mEq/kg de MS). Tucker et al. (1991b) concluíram que dietas com alto teor de bicarbonato de sódio ou potássio podem reduzir a disponibilidade do cálcio endógeno no animal, sendo um fator que deve ser considerado quando se adiciona sódio ou potássio com vistas ao tamponamento de rações. Este efeito pode explicar a diminuição da retenção de cálcio, com o aumento do BCAD.

A Tab. 4 mostra os valores relativos ao balanço do fósforo. Não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,10$ ) para as variáveis analisadas em função do BCAD. Os resultados obtidos assemelham-se aos da literatura, uma vez que foram utilizados ovinos machos com demanda de fósforo reduzida. Takagi e Block (1991) não encontraram diferenças significativas no balanço de fósforo em função do uso de dieta aniônica. Esses autores também trabalharam com carneiros machos. Van Moseu et al. (1993) não encontraram diferenças nos níveis de fósforo na urina de vacas secas alimentadas com BCAD de -4 ou +72,5mEq/kg de MS.

Não se observou efeito do aumento do BCAD ( $P > 0,10$ ) sobre a absorção aparente e excreção fecal do magnésio (Tab. 4). Segundo Lomba et

al. (1978), a absorção de magnésio é função direta dos níveis dietéticos. Como a concentração de magnésio nas dietas deste experimento foi a mesma, esperava-se comportamento semelhante para a excreção fecal de magnésio. Os resultados obtidos no trabalho foram semelhantes aos encontrados por Ross et al. (1994) e Delaquis e Block (1995). Para a excreção urinária de magnésio não foram verificadas diferenças entre

os tratamentos, concordando com Vagnoni e Oetzel (1998).

Os valores de pH urinário e fecal nos diferentes tratamentos são apresentados na Tab. 5. Não foram encontradas diferenças no pH urinário e fecal em função da manipulação dos cátions e ânions da dieta.

Tabela 5. Valores médios do pH urinário e pH fecal dos ovinos alimentados de acordo com o balanço (tratamento) cátion-aniônico (mEq/kg MS)

Variável	Tratamento				Média±EPM
	-12	+30	+76	+133	
pH urinário	7,38	7,06	7,36	8,39	7,55±1,27
pH fecal	7,28	7,55	7,41	7,83	7,52±0,27

EPM = Erro-padrão da média.

No trabalho desenvolvido por Kim et al. (1997), no qual novilhas foram submetidas a três níveis de BCAD (+5, +15 e +30mEq/kg de MS), foi concluído que o pH urinário aumentou conforme o acréscimo do BCAD. Fauchon et al. (1995), ao alimentarem carneiros com 100, 300, 500 ou 700mEq/kg de MS, verificaram aumento linear do pH urinário. Tucker et al. (1991c) concluíram que o íon hidrogênio urinário responde drasticamente ao aumento do cloreto de cálcio, aumentando da primeira à terceira semana. Os valores retornam aos índices normais durante a quarta semana, refletindo decréscimo no efeito acidogênico da dieta. Esse fato pode explicar a ausência de variação do pH da urina no presente experimento, já que as colheitas ocorreram a partir da quarta semana.

Com relação ao pH fecal, os resultados confirmam as observações dos autores Takagi e Block (1991) e Del Claro et al. (2002). Takagi e Block (1991) encontraram valores de pH fecal de 8,21 para o tratamento controle e 8,30 para os carneiros alimentados com dieta aniônica (-27mEq/kg de MS).

### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram concluir que a manipulação do BCAD interfere no metabolismo de macrominerais, principalmente de cálcio. A absorção e retenção de cálcio são maiores para o BCAD negativo, em função da menor excreção

fecal. Em carneiros adultos, diferentes relações de cátions e ânions na dieta não interferem no metabolismo de fósforo e magnésio. O pH urinário mostrou-se ineficiente para medir o status ácido-base, quando mensurado na quarta semana.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEIGHLE, D.E.; BOYAZOGLU, P.A.; HEMKEN, R.W. Short-term effects of dietary cation-anion balance on bone mineral homeostasis in the bovine. *J. S. Afr. Vet. Assoc.*, v.66, p.56-60, 1995.
- BEIGHLE, D.E.; TUCKER, W.B.; HEMKEN, R.W. Interactions of dietary cation-anion balance and phosphorus: Effects on growth and serum inorganic phosphorus in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.3362-3368, 1988.
- BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J. Dairy Sci.*, v.67, p.2939-2948, 1984.
- 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.
- CAMPOS, J.M.S. *Balanço dietético cátion-ânion na alimentação de vacas leiteiras, no período*

- pré-parto*. 1998. 103f. Tese (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DEL CLARO, G.R.; ZANETTI, M.A.; SALLES, M.S.V. Influência da dieta aniônica no balanço macromineral em novilhos holandeses. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.74, p.281-283, 2002.
- DELAQUIS, A.M.; BLOCK, E. Acid-base status, renal function, water, and macromineral metabolism of dry cows fed diets differing in cation-anion difference. *J. Dairy Sci.*, v.78, p.604-619, 1995.
- FAUCHON, C.; SEOANE, J.R.; BERNIER, J.F. Effects of dietary cation-anion concentrations on performance and acid-base balance in growing lambs. *Can. J. Anim. Sci.*, v.75, p.145-151, 1995.
- FISKE, C.M.; SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, v.66, p.375-400, 1925.
- 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 gases and mineral concentration of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.147-153, 2001.
- KIM, H.S.; YOON, S.; KWEON, U. et al. Effect of dietary ion balance on blood, urinary metabolites DM intake and gain of growing Holstein cattle. *J. Dairy Sci.*, v.19, p.96-104, 1997.
- LOMBA, F.; CHAUVAUX, G.; TELLER, E. et al. Calcium digestibility in cows as influenced by excess of alkaline ions over stable acid in their diets. *Br. J. Nutr.*, v.39, p.425-429, 1978.
- NUTRIENT requirement of sheep. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1985. 99p.
- OFFICIAL methods of analysis. 15.ed. Arlington: AOAC, 1990. 1298 p.
- ROSS, J.G.; SPEARS, J.W.; GARLICH, J.D. Dietary electrolyte balance effects on performance and metabolic characteristics in growing steers. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.1842-1848, 1994.
- SCHONEWILLE, J.T.; VAN'T KLOOSTER, A.T.; DIRKZWAGER, A. Stimulatory effect of anion (chloride) rich ration on apparent calcium absorption in dairy cows. *Liv. Prod. Sci.*, v.82, p.1317-1324, 1994.
- SETTI, M.C. *Parâmetros metabólicos e balanço cátion-aniônico da dieta (BCAD) para vacas da raça Holandesa*. 2001. 209f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- SPANGHERO, M. Urinary pH and mineral excretion of cows fed four different forages supplemented with increasing levels of anionic compound feed. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.98, p.153-165, 2002.
- TAKAGI, H.; BLOCK, E. Effects of manipulating dietary cation-anion balance on macromineral balance in sheep. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.4202-4214, 1991.
- TUCKER, W.B.; HOGUE, J.F.; WATERMAN, D. F. et al. Role of sulfur and chloride in dietary cation-anion balance equation for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, v.69, p.1205-1213, 1991a.
- TUCKER, W.B.; JACKSON, J.A.; HOPKINS, D.M. et al. Influence of dietary sodium bicarbonate on the potassium metabolism of growing dairy calves. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.2296-2302, 1991b.
- TUCKER, W.B.; XIN, Z.; HEMKEN, R.W. Influence of calcium chloride on systemic acid-base status and calcium metabolism in dairy heifers. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.1401-1407, 1991c.
- VAGNONI, D. B.; OETZEL, G.R. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1643-1652, 1998.
- VAN MOSEU, M.; VAN'T KLOOSTER, A.T.; VAN MOSEU, F. Effects of reducing dietary (Na + K) - (Cl + S) on rate of calcium mobilization by dairy cows at parturition. *Res. Vet. Sci.*, v.54, p.1-9, 1993.
- WANG, C.; BEEDE, D.K. Effects of diet magnesium on acid-base status and calcium metabolism of dry cows fed acidogenic salts. *J. Dairy Sci.*, v.75, p.829-836, 1992.