



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Barrêto Júnior, Raimundo Alves; Hamad Minervino, Antonio Humberto; Satsuki Mori, Clara; Araripe
Sucupira, Maria Cláudia; Lippi Ortolani, Enrico

Levantamento da concentração de enxofre em capins e de sulfato inorgânico sérico em bovinos
criados em fazendas no estado de São Paulo

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 30, núm. 3, 2008, pp. 327-332

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126493013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Levantamento da concentração de enxofre em capins e de sulfato inorgânico sérico em bovinos criados em fazendas no estado de São Paulo

Raimundo Alves Barrêto Júnior^{1*}, Antonio Humberto Hamad Minervino², Clara Satsuki Mori², Maria Cláudia Araripe Sucupira² e Enrico Lippi Ortolani²

¹Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Br 110, Km 47, Cx. Postal 137, 59625-900, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. ²Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: barreto@ufersa.edu.br

RESUMO. Este trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira avaliou a influência de crescentes quantidades de enxofre (S) dietético sobre a concentração de sulfato inorgânico sérico (SIS), utilizando-se 14 garrotes para tal. Na posterior, foram estudados os teores de enxofre e proteína bruta (PB) nos capins do gênero *Brachiaria* sp., em 12 fazendas de diferentes áreas do Estado de São Paulo, nas estações seca e chuvosa, e de SIS em 20 bovinos de cada propriedade que não fossem suplementados com nenhuma fonte dietética de enxofre. Tanto na primeira quanto na segunda etapa, foram encontrados alto ($r = 0,958$) e médio ($r = 0,478$) coeficientes de correlação entre os teores de enxofre nos capins (EC) e de SIS. Na segunda etapa, também existiu alta correlação positiva ($r = 0,806$) entre o EC e PB; os teores de enxofre e PB nos capins e de SIS nos bovinos foram maiores no período chuvoso que no seco. Tomando por base o requerimento dietético de enxofre para bovinos (0,20% MS), foi calculado, de acordo com a regressão obtida no primeiro experimento, o valor correspondente de SIS (0,91 mMol L⁻¹). Levando-se em conta esses dois valores, 75% dos capins ($0,12 \pm 0,03$) e 83,3% de SIS ($0,53 \pm 0,20$) encontravam-se abaixo dos níveis recomendados, o que demonstra a existência de carência de enxofre nos rebanhos paulistas não-suplementados com este macroelemento. A concentração sérica de sulfato inorgânico pode ser utilizada para predizer o “status” de enxofre em bovinos.

Palavras-chave: minerais, ruminantes, pastagem, carência.

ABSTRACT. Survey of sulfur concentration in grasses and inorganic sulfate serum levels in farm-raised cattle in the state of São Paulo, Brazil. This study had two phases. The first studied the influence of increasing dietary levels of sulfur on inorganic sulfate serum (ISS) in 14 healthy steers. The next survey was carried out in 12 farms in the state of São Paulo, Brazil, that did not supplement the herd with any source of sulfur. Levels of crude protein (CP) and sulfur (S) in the grass (*Brachiaria* sp.) and ISS in 20 cattle for each herd were determined during the dry and rainy seasons. A high and medium coefficient of correlation were seen between the level of sulfur in the grasses and ISS in the first ($r = 0.958$) and second study ($r = 0.478$), respectively. There was also a high coefficient of correlation ($r = 0.806$) between CP and S in the grasses; higher levels of CP and S were determined in grasses during the rainy season. Considering 0.20% as the dietary sulfur requirement, it was calculated, using the linear regression equation, the cutoff value for normal ISS (0.91 mMol L⁻¹). Comparing these cutoff values with the figures recorded in the field survey, it was concluded that 75% of the grasses (0.12 ± 0.03) and 83.3% of the ISS samples (0.53 ± 0.20) were below the requirements for cattle, indicating sulfur deficiency in the studied herd. The concentration of ISS can be utilized to predict the sulfur status in cattle.

Key words: minerals, ruminants, grass, deficiency.

Introdução

Segundo dados recentes, grande parte dos bovinos de corte e de leite criados no Brasil é mantida em regime extensivo de criação, alimentada basicamente com volumosos, com ou sem

suplementação mineral (Anualpec, 2005). Nesse contexto, vários são os problemas sanitários ou nutricionais que limitam a produtividade desses animais.

Nas regiões subtropicais, cerca de 70% do crescimento dos capins ocorre no período chuvoso,

com baixa disponibilidade desses durante o período seco. Enquanto no primeiro período a qualidade nutricional dos capins possibilita ganho de peso, durante a estiagem, com a maturação das plantas, ocorre diminuição dos teores de energia, proteína e de macro e microelementos (Minson, 1990). Tem-se descrito o surgimento de carências minerais em bovinos que se alimentam exclusivamente dessas gramíneas e que não recebem adequada suplementação mineral.

Enfermidades causadas pelo excesso ou carência de enxofre em ruminantes são descritas em diversas regiões do planeta, inclusive no Brasil, com ocorrência de quadros de intoxicação por erros no manejo alimentar ou utilização de enxofre como antiparasitário (Julian e Harrison, 1975; Lima *et al.*, 2005), bem como relatos de intoxicações ocorridas pela poluição ambiental (Kandylis, 1984). Já a deficiência desse macroelemento tem sido observada em áreas de pastagens tropicais com solos pobres e sem suplementação mineral adequada (Ortolani, 2001).

Numa extensa revisão sobre o enxofre no sistema solo-planta-animal, observou-se que a deficiência deste elemento ocorre de forma generalizada, principalmente no Brasil-Central pecuário, onde há predomínio de solos ácidos e lixiviados, já que o enxofre se acumula na porção mais superficial do solo (Paiva e Nicodemo 1994). Nos casos de deficiência deste macroelemento, o quadro sintomático observado é caracterizado por hiporexia, perda de peso, excessivo lacrimejamento, profusa salivação, tristeza, fraqueza, olhos opacos, edemaciação e morte (McDowell, 1999).

No Brasil, levantamentos da concentração de enxofre nas pastagens, realizados nos Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, constataram que a maioria das amostras de forragem apresentava teores de enxofre inferiores aos requerimentos mínimos necessários para atender às exigências nutricionais deste macroelemento para bovinos, estabelecidas pelo NRC (1996) (Tebaldi *et al.*, 2000; Wunsch *et al.*, 2006). No Estado de São Paulo, já foram descritos casos isolados de deficiência de enxofre em bovinos (Paiva e Nicodemo, 1994; Ortolani, 2001), entretanto não foram feitos estudos mais estruturados para avaliar o *status* do enxofre em capins e bovinos criados nesse Estado.

Usualmente, tem sido recomendada a dosagem dos teores de enxofre dietético para avaliar o *status* deste elemento em ruminantes; entretanto, em relação à concentração deste nas pastagens, deve-se considerar sua biodisponibilidade, já que boa parte do enxofre contido nas forragens não está disponível para os ruminantes, e sua absorção depende ainda da

interação com outros elementos minerais (McDowell, 1999). Por esse motivo, alguns autores têm indicado a dosagem da concentração de sulfato inorgânico sérico em bovinos, a fim de avaliar o *status* de enxofre nos animais (Kennedy e Siebert, 1972; Ortolani *et al.*, 2001).

Desse modo, o presente trabalho objetivou estudar a relação entre as formas de determinação do *status* de enxofre em ruminantes, avaliando estes métodos tanto em condições controladas quanto em situações práticas de criações de bovinos no Estado de São Paulo.

Material e métodos

O trabalho constou de duas etapas. Na primeira, foi estudada a influência de dietas com crescentes quantidades de enxofre sobre a concentração de sulfato inorgânico sérico. Para tal, 14 garrotes mestiços (holandês x zebu), de um ano de idade, foram mantidos confinados e receberam, por períodos sequenciais de 21 dias, fenos de capins com crescentes porcentagens de enxofre na matéria seca (MS), ou seja: 0,09% (3,5% proteína bruta); 0,12% (4,9%); 0,17% (7,6%); 0,21% (9,0%) e 0,24% (11,5%). Com exceção do primeiro feno, de *Brachiaria decumbens*, os demais eram de capim Coast-cross, provenientes de diferentes origens. Durante o período, os animais foram alimentados exclusivamente com esses fenos e fonte de cloreto de sódio, oferecidos *ad libitum*. No término do 21º dia, foram obtidas amostras de sangue para determinação de sulfato, como descrito posteriormente.

Na segunda etapa, analisou-se a influência acima descrita em condições práticas. Seguiu-se, neste trabalho, a divisão geográfica do Estado de São Paulo em 12 diferentes regiões (Lucci, 1984), ou seja: Serrana/Capital (município de Alumínio), Vale do Ribeira (Caraguatatuba), Vale do Paraíba (Jacareí), Itapetininga (Capela do Alto), Campineira (Analândia), Média Sorocabana (Botucatu), Ribeirão Preto (Pirassununga), Francana (Patrocínio Paulista), Araraquarense (São José do Rio Preto), Noroeste (Araçatuba) e Alta Sorocabana (Taciba). Em cada região, foi selecionada uma propriedade de bovinos destinada à produção leiteira ou de dupla aptidão, onde os animais não fossem suplementados com ração concentrada e suplemento mineral contendo enxofre, e que estivessem sendo criados em sistema extensivo, cujas pastagens fossem constituídas de, pelo menos, 80% de capins do gênero *Brachiaria* sp. Foram admitidas propriedades onde o gado fosse suplementado com sal comum (NaCl).

Foram coletadas amostras de capim e de sangue dos bovinos em duas épocas do ano: chuvas (janeiro

a março) e seca (julho a setembro). As amostras de capins foram obtidas em áreas nas quais os bovinos estavam em pastoreio durante o período de coleta. Dentro do piquete, foram retiradas subamostras em pontos distintos, em forma de ziguezague, correspondendo a uma área de aproximadamente 20 m². As partes mais altas do capim foram coletadas, com emprego de faca inoxidável, e embaladas em sacos plásticos, de modo a assemelhar-se ao pastejo; a quantidade de amostras por piquete foi proporcional à sua área, de forma a representar a área total de pastejo. Pelo menos dez amostras foram coletadas por período em cada propriedade para a análise de enxofre.

Foram escolhidos, aleatoriamente, na primeira amostragem, 20 bovinos, independentemente da faixa etária, com exceção de bezerros lactentes. No segundo período, foram obtidas amostras de, pelo menos, 80% dos animais utilizados na 1ª coleta. As amostras sanguíneas foram coletadas por punção da veia jugular em tubos sem anticoagulante e deionizados. Até a chegada ao laboratório, as amostras foram mantidas refrigeradas.

Nas amostras de forragem, foi realizada determinação do teor proteína bruta de acordo com a técnica descrita por Silva (1990). As determinações de enxofre e de nitrogênio no capim foram feitas segundo as técnicas descritas por Quinn e Woods (1976) e pelo processo semimicro (microKJELDAHL) no AOAC (1970), respectivamente. Os teores de sulfato inorgânico sérico foram determinados segundo técnica turbidimétrica (Krijgheld *et al.*, 1979).

Realizou-se a análise estatística dos resultados seguindo as recomendações de Sampaio (2002). Os valores das concentrações de enxofre e proteína bruta nos capins e de sulfato inorgânico no soro foram comparados entre as diferentes regiões do Estado de São Paulo e os períodos do ano (seco e chuvoso), individualmente, utilizando-se teste F (ANOVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey. Foram também avaliadas a regressão e a correlação linear entre as concentrações de enxofre dietético e de sulfato sérico sanguíneo nas duas etapas, além de proteína bruta e enxofre dietético na segunda delas (Little e Hills, 1978). Estas análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SAS.

Resultados e discussão

Os resultados da primeira etapa indicaram existir altíssimo coeficiente de correlação linear ($r^2 = 0,958$) entre a concentração de enxofre nos capins e de sulfato sérico, como pode ser observado na Figura 1.

Os resultados da primeira etapa foram claros em demonstrar a pertinência de se utilizar a concentração de sulfato no soro para estimar a porcentagem de enxofre presente na matéria seca ingerida e, assim, estimar o status de enxofre para bovinos, ratificando os conceitos emitidos por Kennedy e Siebert (1972) e Ortolani *et al.* (2001).

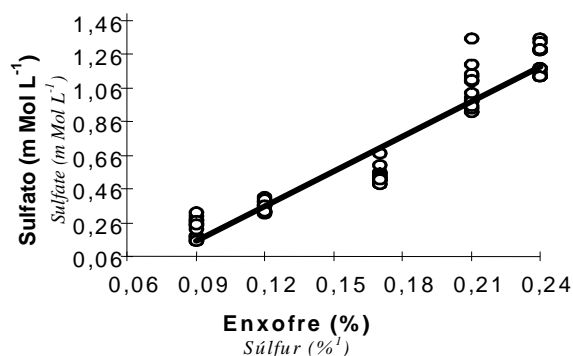


Figura 1. Relação entre a concentração de enxofre dietético (%) e a concentração de sulfato inorgânico sérico (mMol L⁻¹) de bovinos ($SO_4 = 6,8783S - 0,4648$).

Figure 1. Correlation between sulfur on diet (%) and blood inorganic sulfur concentration (mMol L⁻¹) in cattle.

A Tabela 1 apresenta os valores de enxofre nos capins, em 12 propriedades do Estado de São Paulo. Foram verificados menores teores médios globais ($p < 0,02$) de enxofre nos capins coletados no período seco ($0,12 \pm 0,05$ % MS) que no chuvoso ($0,14 \pm 0,06$ % MS), nas 12 propriedades estudadas.

Avaliando-se as propriedades individualmente, detectou-se, em cinco destas, maiores teores de enxofre ($p < 0,05$) no período chuvoso; o inverso ocorreu em quatro outras propriedades, e não houve diferença em outras três.

Tabela 1. Concentrações médias e respectivos desvios-padrão de enxofre nas gramíneas, durante os períodos seco e chuvoso, nas diferentes propriedades do Estado de São Paulo.

Table 1. Sulfur concentration on pasture during dry and rainy seasons of 12 farms in São Paulo State, Brazil.

Região Region	Enxofre (%) Sulfur (%)	
	Período chuvoso Rainy season	Período seco Dry season
Vale do Paraíba	$0,24 \pm 0,04$ ^{bA}	$0,30 \pm 0,04$ ^{aA}
Ribeirão Preto	$0,21 \pm 0,05$ ^{bB}	$0,23 \pm 0,07$ ^{aB}
Vale do Ribeira	$0,17 \pm 0,02$ ^{bC}	$0,22 \pm 0,04$ ^{aB}
Campineira	$0,16 \pm 0,05$ ^{aC}	$0,14 \pm 0,02$ ^{bC}
Francana	$0,16 \pm 0,02$ ^{aCD}	$0,08 \pm 0,02$ ^{bE}
Itapetininga	$0,14 \pm 0,02$ ^{aD}	$0,12 \pm 0,02$ ^{bD}
Serrana/Capital	$0,12 \pm 0,03$ ^{aE}	$0,09 \pm 0,02$ ^{bE}
Noroeste	$0,11 \pm 0,01$ ^{bE}	$0,23 \pm 0,04$ ^{aB}
Votuporanguense	$0,11 \pm 0,02$ ^{aE}	$0,08 \pm 0,01$ ^{bE}
Média Sorocabana	$0,11 \pm 0,02$ ^{aE}	$0,12 \pm 0,01$ ^{aD}
Alta Sorocabana	$0,10 \pm 0,01$ ^{aE}	$0,10 \pm 0,02$ ^{aDE}
Araraquense	$0,10 \pm 0,01$ ^{aE}	$0,08 \pm 0,01$ ^{aE}

Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma linha e letras maiúsculas na mesma coluna apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Values followed by different lowercase letters in the same row and capital letters in the same column represent statistical difference ($p < 0.05$).

Como se coletaram amostras de capim e de sangue de animais de apenas uma propriedade por região do Estado de São Paulo, seria impróprio considerar que tais dados fossem suficientes para avaliar adequadamente o *status* representativo de enxofre na relação planta-animal dessas regiões. Dessa forma, dar-se-á ênfase aos resultados em conjunto das 12 propriedades e não às comparações inter-propriedades.

Em quatro propriedades (Vale do Paraíba, Ribeirão Preto, Noroeste e Vale do Ribeira), encontraram-se maiores teores de enxofre nos capins no período seco que no chuvoso. Em dois casos, os resultados podem ser explicados. No Vale do Paraíba, os bovinos pastejaram no período seco em área contígua a uma grande auto-estrada (Rodovia Dutra). Provavelmente, o material particulado emitido pelo escapamento de veículos movidos a óleo diesel, rico em enxofre, contaminou o solo e o capim ingerido. No período chuvoso, essa área estava inundada, e os animais foram transferidos para piquetes que ficavam no mínimo a 1.000 m da auto-estrada, ocorrendo, possivelmente, menor contaminação ambiental pelo enxofre. Na Região Noroeste, apurou-se que a pastagem, após a coleta do período chuvoso, tinha sido inundada por esgoto urbano, bastante rico em matéria orgânica, nitrogênio e possivelmente enxofre. Tal interferência fez aumentar, de forma significativa, não apenas o enxofre, mas também a proteína bruta e o sulfato sérico no período seco (Tabelas 1, 2 e 3). Outros autores relatam a importância crescente da poluição ambiental como contaminante de S nas pastagens, o que pode aumentar o número de casos de intoxicações por este macroelemento em ruminantes (Kandyli, 1984).

Era de se esperar que os teores globais de enxofre nas pastagens fossem maiores no período chuvoso que no seco, pois isso já fora encontrado anteriormente em condições semelhantes às aqui estudadas (Kennedy e Siebert, 1972). Segundo Paiva e Nicodemo (1994), a proteína vegetal possui compulsoriamente o elemento enxofre na sua constituição, pela presença dos aminoácidos sulfurados (cistina, cisteína e metionina). Em estudos realizados no Rio Grande do Sul, não foram obtidos resultados lineares para as concentrações de enxofre, entretanto as concentrações deste elemento mineral decresceram no período vegetativo da pastagem (abril a setembro) (Wunsch *et al.*, 2006). No estudo de Tebaldi *et al.* (2000), no Rio de Janeiro, foram obtidos resultados muito semelhantes aos obtidos na presente pesquisa, com uma variação entre as concentrações de S nos períodos chuvoso e

seco de acordo com o local de coleta das amostras, havendo maiores concentrações tanto no período chuvoso quanto no período seco do ano.

A Tabela 2 apresenta as concentrações de Proteína Bruta (PB) nas gramíneas das 12 propriedades estudadas, durante os períodos seco e chuvoso. A PB média global dos capins foi menor ($p < 0,03$) no período seco ($4,7 \pm 2\%$) que no chuvoso ($6,5 \pm 2,5\%$). Dentro de cada propriedade, constatou-se que a proteína bruta foi maior ($p < 0,05$), no período chuvoso, em oito propriedades; o inverso ocorreu em apenas uma região, e em três propriedades não ocorreram diferenças significativas.

Tabela 2. Concentrações médias e respectivos desvios-padrão de proteína bruta das gramíneas, nos períodos seco e chuvoso, nas diferentes propriedades do Estado de São Paulo.

Table 2. Crude protein concentration on pasture during dry and rainy seasons of 12 farms in São Paulo State – Brazil.

Região Region	Proteína bruta (%) Crude protein (%)	
	Período chuvoso Rainy season	Período seco Dry season
Vale do Paraíba	$9,14 \pm 1,23^{aB}$	$8,41 \pm 0,96^{aB}$
Ribeirão Preto	$10,24 \pm 2,72^{aA}$	$8,25 \pm 2,28^{bB}$
Vale do Ribeira	$8,21 \pm 2,17^{aB}$	$7,13 \pm 1,88^{bC}$
Campineira	$7,14 \pm 1,99^{aC}$	$4,80 \pm 1,11^{bDE}$
Francana	$6,80 \pm 1,08^{aCD}$	$5,45 \pm 0,89^{bD}$
Itapetininga	$5,86 \pm 0,66^{aD}$	$3,76 \pm 0,55^{bFG}$
Serrana/Capital	$6,45 \pm 0,71^{aCD}$	$4,16 \pm 0,89^{bEF}$
Noroeste	$4,05 \pm 0,89^{bE}$	$11,93 \pm 3,13^{aA}$
Votuporanguense	$7,22 \pm 1,86^{aC}$	$3,76 \pm 0,45^{bFG}$
Média Sorocabana	$5,94 \pm 1,63^{aD}$	$2,88 \pm 0,38^{bG}$
Alta Sorocabana	$3,46 \pm 0,50^{aE}$	$3,40 \pm 0,45^{aFG}$
Araraquense	$3,66 \pm 0,49^{aE}$	$3,40 \pm 0,51^{aFG}$

Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma linha e letras maiúsculas na mesma coluna apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Values followed by different lowercase letters in the same row and capital letters in the same column represent statistical difference ($p < 0.05$).

No presente trabalho, constatou-se que as concentrações de proteína bruta (PB) nos capins, identicamente às do enxofre (S), foram maiores no período chuvoso. Verificou-se ainda relação linear positiva entre esses dois nutrientes [$S = 0,02332 + 0,0202 PB$ ($p < 0,0001$)] nos capins, indicando que, no período seco, com a queda nas concentrações de proteína bruta ocorreu, por conseguinte, diminuição na do enxofre e vice-versa.

A Tabela 3 apresenta a concentração do sulfato inorgânico sérico dos bovinos nas 12 propriedades estudadas, durante os períodos seco e chuvoso. Considerando a média global, o sulfato inorgânico sérico foi menor ($p < 0,05$) no período seco ($0,56 \pm 0,34$ mMol L⁻¹) que no chuvoso ($0,63 \pm 0,28$ mMol L⁻¹).

Comparando-se as propriedades individualmente, verificou-se que, em seis destas, as concentrações médias de sulfato inorgânico sérico foram maiores no período chuvoso ($p < 0,05$); ocorreu o inverso em

quatro outras propriedades, e entre duas propriedades não existiu diferença significativa.

Tabela 3. Concentrações médias e respectivos desvios-padrão de sulfato inorgânico sérico de bovinos, nos períodos seco e chuvoso, nas diferentes propriedades do Estado de São Paulo.

Table 3. Blood inorganic sulfur concentration from cattle during dry and rainy seasons of 12 farms from São Paulo State – Brazil.

Região Region	Sulfato inorgânico sérico (mMol L ⁻¹) Blood inorganic sulfur (mMol L ⁻¹)	
	Período chuvoso Rainy season	Período seco Dry season
Vale do Paraíba	1,21 ± 0,12 ^{aA}	1,08 ± 0,12 ^{bB}
Ribeirão Preto	0,41 ± 0,08 ^{aH}	0,40 ± 0,06 ^{aF}
Vale do Ribeira	1,03 ± 0,07 ^{bB}	1,22 ± 0,08 ^{aA}
Campineira	0,45 ± 0,08 ^{aFGH}	0,18 ± 0,11 ^{bG}
Francana	0,55 ± 0,17 ^{aE}	0,38 ± 0,16 ^{bF}
Itapetininga	0,52 ± 0,18 ^{aEF}	0,63 ± 0,12 ^{bE}
Serrana/Capital	0,36 ± 0,08 ^{aH}	0,24 ± 0,11 ^{bG}
Noroeste	0,74 ± 0,15 ^{bC}	0,89 ± 0,09 ^{aC}
Votuporanguense	0,50 ± 0,09 ^{bEFG}	0,76 ± 0,16 ^{aD}
Média Sorocabana	0,42 ± 0,10 ^{aGH}	0,24 ± 0,08 ^{bG}
Alta Sorocabana	0,69 ± 0,19 ^{aCD}	0,74 ± 0,21 ^{bD}
Araraquarense	0,65 ± 0,15 ^{bD}	0,79 ± 0,15 ^{aD}

Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma linha e letras maiúsculas na mesma coluna apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Values followed by different lowercase letters in the same row and capital letters in the same column represent statistical difference ($p < 0,05$).

Observou-se marcante correlação positiva ($r = 0,81$; $p < 0,0001$) entre as concentrações de enxofre e proteína bruta nos capins e uma correlação de menor grau, mas significativa ($r = 0,49$; $p < 0,016$), entre o enxofre nos capins e sulfato inorgânico sérico. As concentrações de sulfato inorgânico sérico de bovinos foram maiores ($p < 0,05$) no período chuvoso.

O sulfato inorgânico sérico detectado refletiu tanto a ingestão de enxofre quanto a sua disponibilidade para o animal. Um aspecto a ser considerado é a influência da sazonalidade sobre a ingestão de matéria seca pelos bovinos, visto que, segundo Minson (1990), a ingestão desta é cerca de 20% menor no período seco, pois os capins maduros, típicos da estação, apresentam maiores quantidades de fibra detergente neutro e menores concentrações de proteína bruta, energia e fósforo, que interferem negativamente nos ruminantes. Neste trabalho, constatou-se menor teor médio de proteína bruta nos capins do período seco (Tabela 2). Powell *et al.* (1978) relataram também o declínio da absorção aparente deste elemento pelo animal com o avanço da maturidade da forrageira. Reforça a tese de Powell *et al.* (1978) a constatação de maior teor de enxofre nos capins coletados no período seco que no chuvoso, nas propriedades do Vale do Paraíba e Ribeirão Preto (Tabela 1), mas, por outro lado, teores de sulfato sérico menores ou iguais, respectivamente, durante a seca (Tabela 3).

Os requerimentos de teores de enxofre para bovinos não são bem definidos ou estabelecidos

(NRC, 1996). Para gado de corte, o NRC (1996) sugere 0,15% de enxofre na MS e, para vacas leiteiras em lactação, este conselho indica 0,20% (NRC, 1989). Um compêndio sobre nutrição de ruminantes em pastejo em clima tropical enfatiza que bovinos alimentados com dietas fibrosas devem receber 0,20% ou mais de enxofre dietético, para que a atividade da celulase produzida pelos microrganismos ruminais seja máxima (McDowell, 1999).

A constatação de baixos valores de enxofre nos capins e de sulfato inorgânico sérico nos bovinos, tanto no período seco como no período chuvoso, revela a existência de carência desse macroelemento em rebanhos paulistas (Tabelas 2 e 3). Considerando 0,20% da MS, o requerimento de enxofre para satisfazer ruminantes em pastoreio, verifica-se que 18 das 24 médias de concentração de S nos capins (Tabela 1) estariam abaixo do recomendado, com média de $0,12 \pm 0,03$. Fixando-se 0,20% na equação de regressão linear $SO_4 \text{ mMol L}^{-1} = 6,873 S - 0,4648$, obtida na primeira etapa deste trabalho, obtém-se o valor correspondente de $0,91 \text{ mMol L}^{-1}$ de sulfato inorgânico sérico sanguíneo como sendo a concentração mínima adequada. Confrontando esse último dado com as médias obtidas de sulfato inorgânico sérico, nos dois períodos sazonais (Tabela 3), verifica-se que 20 dos 24 valores estariam abaixo de 0,91, sendo a média nos 20 resultados de $0,53 \pm 0,20$.

Pesquisas realizadas nos Estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, avaliando a concentração de enxofre em capins, corroboram os resultados obtidos neste estudo, nas quais a concentração do referido macroelemento permaneceu abaixo dos valores mínimos recomendados para bovinos de corte (Tebaldi *et al.*, 2000; Wunsch *et al.*, 2006).

Deve ser levado em consideração o fato de que, numa dessas propriedades (Serrana/Capital: município de Alumínio), Ortolani (2001) suplementou a dieta de bezerros desmamados com enxofre e obteve aumento no crescimento e ganho de peso dos mesmos, inclusive no teor de albumina sérica. Esse fato reforça a tese de que muitos dos animais das propriedades estudadas apresentaram diferentes graus de carência de enxofre, os quais poderiam ter uma resposta favorável, em especial aumentando suas produtividades, a uma adequada suplementação dietética de enxofre.

Conclusão

A concentração sérica de sulfato inorgânico pode ser utilizada para predizer o *status* de enxofre em bovinos.

Os baixos teores de enxofre nos capins e de sulfato sérico em bovinos, encontrados em um grande número de propriedades, indicam a ocorrência de diferentes níveis de deficiência desse elemento em rebanhos criados no Estado de São Paulo e não-suplementados com enxofre.

Referências

- ANUALPEC 2005: anuário da pecuária brasileira. 10. ed. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2005.
- AOAC-Association of Official Agricultural Chemists. *Methods of Analysis*. 12. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1970.
- JULIAN, R.J.; HARRISON, K.B. Sulphur poisoning in cattle. *Can. Vet. J.*, Ottawa, v. 16, n. 1, p. 28-29, 1975.
- KANDYLIS, K. The role of sulphur in ruminant nutrition. *Livest. Prod. Sci.*, Amsterdam, v. 11, n. 6, p. 611-624, 1984.
- KENNEDY, P.M.; SIEBERT, B.D. The utilization of spear grass (*Heteropogon contortus*): II. The influence of sulphur ou energy intake and rumen and blood parameters in cattle and sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, Melbourne, v. 23, n. 1, p. 45-56, 1972.
- KRIJGSHELD, K.R. et al. Absorption serum levels and urinary excretion of inorganic sulfate after oral administration of sodium sulfate in the conscious rat. *Biochim. Biophys. Acta*, Amsterdam, v. 586, n. 3, p. 492-500, 1979.
- LIMA, E.F. et al. Polioencefalomalacia em caprinos e ovinos na região semi-árida do Nordeste do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 9-14, 2005.
- LITTLE, T.M.; HILLS, F.J. *Agricultural experimentation: design and analysis*. New York: John Wiley, 1978.
- LUCCI, C.S. Selênio em bovinos leiteiros do Estado de São de Paulo: I. Níveis de selênio em soros sanguíneos. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. São Paulo*, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 65-70, 1984.
- McDOWELL, L.R. *Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil*. São Paulo: Unesp, 1999. (Boletim técnico, 3).
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press, 1990.
- NRC-National Research Council. Committee on animal nutrition. *Nutrition requirements of beef cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1996.
- NRC-National Research Council. Committee on animal nutrition. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.
- ORTOLANI, E.L. Sulphur deficiency in dairy calves reared on pasture of *Brachiaria decumbens*. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 2, p. 257-261, 2001.
- ORTOLANI, E.L. et al. Variable on the blood inorganic sulfate concentration in cattle. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 431-434, 2001.
- PAIVA, P.J.R.; NICODEMO, M.L.F. *Enxofre no sistema solo-planta-animal*. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1994. (Documentos, 56).
- POWELL, K. et al. Performance of lambs on perennial ryegrass, smooth bromegrass, orchardgrass and tall fescue pastures: II. Mineral utilization, in vitro digestibility and chemical composition of herbage. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v. 46, n. 6, p. 1503-14, 1978.
- QUINN, B.F.; WOODS, P.H. Rapid manual determination of sulfur and phosphorus in plant material. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, New York, v. 7, n. 4, p. 415-26, 1976.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- TEBALDI, F.L.H. et al. Mineral composition of pastures in the North and Northwest regions of Rio de Janeiro State: I. Calcium, phosphorus, magnesium, potassium, sodium and sulfur. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 603-615, 2000.
- WUNSCH, C. et al. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra - RS. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1258-1264, 2006.

Received on June 26, 2007.

Accepted on June 16, 2008.