

## SUPLEMENTAÇÃO MINERAL E MOBILIZAÇÃO DE CÁLCIO NOS OSSOS DE EQUÍNOS EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA HUMIDICOLA*<sup>1</sup>

JOSÉ NICOLAU PROSPERO PUOLI FILHO<sup>2</sup>, CINIRO COSTA,  
MÁRIO DE BENI ARRIGONI<sup>3</sup> e ANTONIO CARLOS SILVEIRA<sup>4</sup>

RESUMO - Durante 150 dias, 12 potras Quarto-de-Milha de 1 ano de idade permaneceram exclusivamente em pastagem de *Brachiaria humidicola*, num experimento inteiramente casualizado, com três tratamentos, nível 0 (recomendação do NRC, 1989); nível 50 (50% a mais do NRC); nível 100 (100% a mais do NRC), e quatro repetições. Como palatabilizante foram empregadas 270 g de açúcar. Realizaram-se biópsias na asa do osso do ílio de cada potra, no início e final do experimento, para avaliar a mobilização de Ca e a relação Ca:P. As amostras da gramínea, foram coletadas mensalmente para verificação do teor de oxalato e composição químico-bromatológica. Houve efeito de tempo na mobilização de Ca, P e da relação Ca:P ( $p < 0,05$ ), independentemente dos tratamentos. As médias dos três tratamentos, no início e final do período experimental foram, quanto aos teores de Ca, P e da relação Ca:P, respectivamente: 10,05, 5,22, 1,93:1 e 6,24, 4,06, 1,54:1. O teor do oxalato na gramínea variou de 1,18 a 2,00%. A utilização do nível de cálcio suplementar duas vezes superior ao recomendado pelo National Research Council não foi suficiente para impedir a mobilização deste mineral nos ossos de equínos pastejando *Brachiaria humidicola* por longos períodos.

Termos para indexação: biópsia óssea, oxalato.

### EFFECT OF MINERAL SUPPLEMENT ON CALCIUM MOBILIZATION FROM BONE OF EQUINE GRAZING *BRACHIARIA HUMIDICOLA*

ABSTRACT - During 150 days 12 female Quarter Horse yearlings at one year of age were kept solely on *Brachiaria humidicola* pasture, on a complete randomized design, with three treatments and four replications: level 0 (NRC1989); level 50 (50% above NRC); level 100 (100% above NRC). It was used 270 g of sugar as an intake promoter. Biopsy were performed on the wing of ileum of each animal, one at the onset and the other at the end of trial, in order to evaluate Ca mobilization and Ca:P of the bone. Forage samples were collected monthly to evaluate oxalate levels and chemical composition. There was a time effect on Ca mobilization and Ca:P ( $P < 0.05$ ), regardless the treatments. The average of the three treatments, at the onset and at the end of the trial, for Ca and P levels and Ca:P was, respectively: 10.05, 5.22, 1.93:1 and 6.24, 4.06, 1.54:1. The levels of oxalate in the grass varied from 1.18 to 2.00%. Supplementing Ca to young horses at a level 200% greater than the National Research Council recommendation did not prevent Ca mobilization from the bone when the animals were grazing *Brachiaria humidicola* for an extended period of time.

Index terms: bone biopsy, oxalate.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 16 de setembro de 1998.  
Extraído da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor à FMVZ, UNESP, Botucatu, SP.

<sup>2</sup> Méd. Vet., M.Sc., FMVZ, UNESP, Caixa Postal 560, CEP 18618-000 Botucatu, SP. E-mail: secdmna@fca.unesp.br

<sup>3</sup> Zoot., Dr., Prof. Assistente, FMVZ, UNESP.

<sup>4</sup> Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, FMVZ, UNESP.

## INTRODUÇÃO

Na Região Centro-Oeste do Brasil o cavalo é considerado como um instrumento de trabalho e transporte nas fazendas de rebanho bovino, não importando cor, sexo, tamanho ou raça. Por serem herbívoros e para evitar custos adicionais na propriedade

de, os animais são criados e mantidos exclusivamente no pasto.

No Brasil central, especialmente nas áreas de cerrado, a *Brachiaria humidicola* praticamente constituiu-se na única opção de pastagens cultivada para a alimentação de equinos de serviço, tendo em vista sua adaptação em regiões de solos de elevada acidez e ainda por propagar-se facilmente por sementes ou por mudas. Entretanto, a *Brachiaria humidicola* vem causando sérios problemas à saúde e ao desempenho dos equinos devido, principalmente, ao baixo conteúdo protéico e mineral e a altas concentrações de oxalato (Nunes et al., 1990a, 1990b).

O oxalato, uma vez ingerido pelos equinos, se liga ao Ca no intestino delgado formando um composto insolúvel denominado de oxalato de cálcio, tornando o Ca indisponível para os animais. Assim sendo, para manter a relação fisiológica normal (2:1) entre o Ca e P, o animal, por meio do paratormônio, começa a retirar Ca dos ossos e a lançá-lo na corrente sanguínea, provocando distúrbios na formação óssea, comumente conhecido como osteodistrofias. A mais notória é o hiperparatireoidismo nutricional secundário, conhecido também por osteodistrofia fibrosa ou "cara inchada" (Swartzman et al., 1978).

Gartner et al. (1981) observaram um balanço negativo de Ca quando cavalos foram alimentados com capins tropicais e que elevadas concentrações de oxalato poderiam ser prevenidas pela adição de fontes de Ca, como o calcário. No entanto, os cavalos em pastos contendo altos níveis de oxalato não consumiam voluntariamente níveis adequados de suplementação mineral, sem que o suplemento fosse misturado com 50% a 60% do peso em melaço.

Desta forma, o trabalho objetivou estudar o efeito de três níveis de suplementação mineral sobre a mobilização de Ca nos ossos de equinos em pastagem de *Brachiaria humidicola*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Setor de Equinocultura da Fazenda Campanário, pertencente à Companhia Agrícola Campanário Ltda, localizada no município de Caarapó, MS.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiam de sal mineral com três níveis de Ca, mais 270 g de palatilizante (açúcar), a fim de garantir o consumo. Os níveis utilizados foram: nível 0 de Ca - recomendação do National Research Council (1989) para equinos com um ano de idade e 500 kg de peso vivo quando adulto (170 g de sal mineral contendo 29,0 g de Ca); nível 50 - 50% a mais do nível 0, correspondendo a 256 g de sal mineral contendo 43,5 g de Ca; e nível 100 - 100% a mais do nível 0, equivalente a 341 g de sal mineral contendo 58,0 g de Ca. O sal mineral constituiu-se de: 60 g de P, 170 g de Ca, 13,6 g de Mg, 20g de K, 13,8 g de enxofre e 1.200 mg de Cu, 23 mg de Co, 2.000 mg de Fe, 2.200 mg de Zn, 900 mg de Mn, 180 mg de iodo, 10 mg de Se, por kg da mistura.

Foram utilizadas 12 potras Quarto-de-Milha com um ano de idade, criadas na mesma propriedade em pastagens cultivadas de coast-cross (*Cynodon dactylon*), pesando em média 344 kg de peso vivo.

No início e final do período experimental, todos os animais foram submetidos a intervenção cirúrgica para a retirada 0,25 g da asa do osso ílio, para análise laboratorial de Ca e P. Incisou-se 1 cm de pele, em seguida procedeu-se a biopsia do osso mediante utilização de "punch" ou saca bocado de 0,6 cm de diâmetro e martelo ortopédico. O período pré-experimental foi de 10 dias, antes da entrada na pastagem de *Brachiaria humidicola*, onde os animais receberam sal mineral equivalente ao nível 100.

O experimento teve a duração de 150 dias, de 15 de janeiro a 15 de junho de 1997, nos quais os animais foram mantidos exclusivamente em 40 ha de pastagem de *Brachiaria humidicola*, formada há mais de dez anos. Para acesso ao sal mineral e água, os animais foram colocados em baias individuais de madeira, medindo 2,0 x 2,0 m. A cada 40 dias os animais foram vermifugados e pesados individualmente, ocasião em que se efetuava a avaliação clínica.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho. A análise química, realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo da FCA-UNESP, Botucatu, revelou os seguintes valores médios: pH: 4,8; M.O.: 29 g/dm<sup>3</sup>; P resina: 3 mg/dm<sup>3</sup>; H+Al: 42; K: 0,8; Ca: 25; Mg: 6; SB: 32; CTC: 74, respectivamente, em mmolc/dm<sup>3</sup> e V%: 43. Mensalmente foram colhidas amostras simples da gramínea simulando o pastejo dos animais. Posteriormente, reuniram-se as amostras, formando uma amostra composta para procedimento das análises químico-bromatológica e teor de oxalato total.

Os dados de precipitação (mm) durante o período experimental foram: janeiro = 380; fevereiro = 112; março = 122; abril = 141; maio = 122 e junho = 350.

As análises laboratoriais dos ossos constituíram na determinação do cálcio por espectrofotômetro de absorção atômica, e fósforo, pelo Método Colorimétrico Simplificado do Ácido Molibdovanadofosfórico, segundo Brasil (1988).

As análises químicas e composição bromatológica da graminha foram realizadas conforme metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists (1984) e por Van Soest et al. (1991), e o NDT segundo a equação de Kearn (1982), citado pelo National Research Council (1996). A determinação de oxalato constituiu-se em colocar 10 g da amostra em um béquer de 250 mL e adicionar solução de ácido sulfúrico, aquecer a 80°C e filtrar. Adicionar gota a gota, 10 mL de uma solução de cloreto de cálcio. Deixar esfriar e filtrar. Dissolver cuidadosamente o precipitado de oxalato de cálcio usando uma solução de ácido sulfúrico, a frio, recolhendo num erlenmeyer de 125 mL. Titular com solução de permanganato de potássio 0,01 mol/litro.

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS Institute 1985), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de SHAPIRO-WILK (PROC UNIVARIATE), e as variâncias comparadas pelo teste F. Os dados que não atenderam a essas premissas foram submetidos à transformação logarítmica ( $\log(X+1)$ ) ou à raiz quadrada ( $\sqrt{X+1/2}$ ). Foi adotado um nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

A análise de regressão foi usada para analisar os dados de Ca, P, relação Ca:P e peso através da utilização de polinômios ortogonais, adicionadas ainda do fator medidas repetidas no tempo (Tabela 1). Tal análise foi realizada utilizando o comando REPEATED gerado pelo procedimento GLM do SAS. Mesmo que as interações entre tempo e efeito de tratamento não tenham sido significativas, a análise foi realizada em cada tempo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os teores de Ca, P, e a Tabela 3 a relação Ca:P nos ossos das potras no início e final do período experimental. Os resultados revelaram homogeneidade entre os animais quanto aos teores de Ca, P e relação Ca:P nos ossos no início do experimento ( $P > 0,05$ ), evidenciando ainda que a relação Ca:P encontrava-se próximo à relação fisiológica normal 2:1 (Kolb, 1984). No final do período

experimental esses teores foram menores, ( $P = 0,0001$  para Ca e  $P = 0,0082$  para P), bem como para a relação Ca:P ( $P = 0,0001$ ), indicando mobilização nos ossos desses animais com o tempo, independentemente dos tratamentos.

Os teores de Ca e P nos ossos não diferiram entre os tratamentos tanto no início quanto no final do período experimental ( $P > 0,05$ ). Entretanto, no final do experimento observou-se efeito linear significativo ( $P = 0,0331$ ) da relação Ca:P sobre os tratamentos, o que permite constatar que os animais dos tratamentos que recebiam maior quantidade de suplementação mineral de Ca apresentaram melhor relação Ca:P nos ossos, evidenciando maior retenção mineral pelos animais.

A mobilização de Ca nos ossos dos animais em função do tempo pode ser explicada pelos elevados teores de oxalato presente na pastagem de *Brachiaria humidicola* (Tabela 4). Os teores de oxalato total e a relação Ca:oxalato total variaram de 1,18 a 2,00% e de 0,10:1 a 0,25:1 respectivamente, o que segundo Blaney et al. (1981), as gramíneas com relação Ca:oxalato total inferior a 0,5:1 e contendo mais de 0,5% de oxalato total são consideradas potencialmente perigosas quando utilizadas por períodos prolongados como única dieta pelos eqüinos.

O oxalato quando ingerido pelos eqüinos, no intestino delgado, se complexa com o cálcio, formando um composto insolúvel denominado oxalato de

**TABELA 1. Esquema de análise de variância em delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo.**

Causa de variação	Grau de liberdade		
	Ca, P e Ca:P	Ganho de peso	Peso
Tratamento	2	2	2
Resíduo A	9	9	9
Subtotal	11	11	11
Tempo	1	-	4
Tempo x tratamento	2	-	8
Resíduo B	9	-	36
Total	23	-	59

cálcio, tornando este mineral indisponível para o animal, e para manter a relação fisiológica normal (2:1) no sangue, mobiliza cálcio dos ossos através do paratormônio e o lança na corrente sanguínea, provocando distúrbios na formação óssea, conhecida como HNS ou osteodistrofia fibrosa (Swartzman et al., 1978). Além disso, o oxalato quando absorvido pode complexar o cálcio da corrente sanguínea tornando-o indisponível e provocando danos renais.

Os animais do presente experimento não manifestaram sintomatologia clínica de HNS, possivelmente em virtude da mineralização recebida, apesar de não ter evitado a mobilização de Ca nos ossos. Segundo Walthall & McKenzie (1976), o aparecimento de sintomas de HNS pode ocorrer a partir dos dois meses, quando os animais são mantidos em pastagens com altos teores de oxalato e erroneamente mineralizados. Além disso, o teor de oxalato pode

**TABELA 2. Percentagem média de Ca e P nos ossos das potras no início e final do período experimental.**

Período	Tratamento						CV (%)		Probabilidade			
	Nível 0		Nível 50		Nível 100		Ca	P	Linear		Desvio	
	Ca	P	Ca	P	Ca	P			Ca	P	Ca	P
Inicial	9,94	5,18	9,64	5,20	10,56	5,28	29,88	22,55	0,7982	0,9198	0,7684	0,9683
Final <sup>1</sup>	5,49	3,90	6,85	4,37	6,39	3,90	14,82	10,75	0,1385	0,9933	0,0891	0,0916
Médio	7,71	4,54	8,25	4,78	8,47	4,59	35,78	22,72	0,5274	0,9067	0,8819	0,5661

<sup>1</sup> Efeito de tempo significativo para Ca ( $p = 0,0011$ ); efeito de tempo significativo para P ( $p = 0,0082$ ).

**TABELA 3. Relação média de Ca e P nos ossos das potras no início e final do período experimental.**

Período	Tratamento			CV (%)	Probabilidade		Equação	R <sup>2</sup>
	0	50	100		Linear	Desvio		
Inicial	1,92	1,84	1,93	9,68	0,9231	0,4949		
Final <sup>1</sup>	1,41	1,57	1,64	10,43	0,0331	0,5566	Rel = 1,419 + 0,00239 X	0,4023
Média	1,66	1,70	1,78	14,47	0,1854	0,8242		

<sup>1</sup> Efeito de tempo significativo ( $p = 0,0001$ ).

**TABELA 4. Composição de Ca, P, teor de oxalato total e relação de Ca:oxalato total da pastagem de *Brachiaria humidicola* no período experimental.**

Período	Porcentagem da matéria seca			Ca:oxalato total
	Ca	P	Oxalato total	
15/janeiro/97	0,26	0,09	1,84	0,14
Fevereiro	0,29	0,09	2,00	0,14
Março	0,30	0,10	1,26	0,23
Abril	0,25	0,10	1,28	0,19
Mai	0,30	0,11	1,18	0,25
15/junho/97	0,20	0,05	2,00	0,10

variaram com a época do ano, elevando-se nos períodos de maior precipitação (Mckenzie et al., 1981), fato que explica a variação mensal nos teores de oxalato de 1,18% a 2,00 % no presente experimento.

O teor de Ca apresentado pela pastagem de *Brachiaria humidicola* é considerado de pouco aproveitamento pelos eqüinos, tendo em vista que se encontra complexado com o oxalato, sendo necessário pH inferior a 1,0 para maior disponibilidade do mineral (Ward & Harbers, 1982). O pH no trato gastrointestinal dos eqüinos é sempre superior a 2,00 (Argenzio et al., 1974).

Quanto ao ganho de peso dos animais (Tabela 5), verifica-se que os tratamentos não influ-

enciaram significativamente ( $P > 0,05$ ), ocorrendo apenas efeito significativo de tempo ( $P = 0,0001$ ). Apesar do ganho de peso no período experimental, os pesos finais estiveram aquém do desejado para essa categoria de eqüinos da raça Quarto-de-Milha (National Research Council, 1989). O comprometimento do desempenho certamente deve-se à baixa qualidade da forragem consumida pelos animais, tanto em termos de proteína bruta quanto de NDT (Tabela 6), apesar da elevada capacidade seletiva dos eqüinos em pastejo, em especial no experimento, graças à baixa taxa de lotação (0,3 animais/ha). A exigência diária de PB para os animais dessa categoria, segundo o National Research Council (1989), é de 851 g/cabeça.

**TABELA 5. Peso médio (kg) das potras submetidas a diferentes níveis de Ca no sal mineral avaliado em diferentes períodos.**

Período (dias)	Tratamento			CV (%)	Probabilidade	
	0	50	100		Linear	Desvio
0	341,75	344,25	346,50	7,17	0,8104	0,9942
40	349,75	351,00	358,50	6,96	0,6550	0,8531
80	363,50	364,75	369,50	7,23	0,7772	0,9239
116	374,75	375,25	379,25	6,66	0,8036	0,9084
150	366,25	377,00	380,25	6,86	0,4907	0,8291
P. médio <sup>1</sup>	359,20	362,45	366,90	7,57	0,6989	0,9721
Ganho de peso	24,50	32,75	33,75	32,71	0,2176	0,5634

<sup>1</sup> Efeito de tempo significativo ( $p = 0,0001$ ).

**TABELA 6. Composição bromatológica da pastagem de *Brachiaria humidicola* no período experimental.**

Período	Porcentagem da matéria seca			
	FDN	FDA	PB	NDT estimado
15/janeiro/97	83,41	43,49	6,22	57,83
Fevereiro	83,70	44,81	6,10	56,58
Março	85,00	43,51	6,04	57,38
Abril	83,01	44,51	5,14	56,88
Maio	85,15	46,04	4,57	55,66
15/junho/97	83,18	46,49	5,20	58,13

## CONCLUSÃO

A utilização do nível de Ca suplementar duas vezes superior ao recomendado pelo National Research Council não é suficiente para impedir a mobilização desse mineral nos ossos de equinos pastejando *Brachiaria humidicola* por longos períodos.

## REFERÊNCIAS

- ARGENZIO, R.A.; SOUTHWORTH, M.; STEVENS, C.E. Sites of organic acid production and absorption in the equine gastrointestinal tract. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.226, n.5, p.1043-1050, 1974.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, DC, 1984. 1141p.
- BLANEY, B.J.; GARTNER, R.J.W.; MCKENZIE, R.A. The effects of oxalate in some tropical grasses on the availability to horses of calcium, phosphorus and magnesium. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.97, n.3, p.507-514, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Métodos Oficiais**. S.l.: SNAD-LANARD, 1988. 104p.
- GARTNER, R.J.; BLANEY, B.J.; MCKENZIE, R.A. Supplements to correct oxalate-induced negative calcium and phosphorus balances in horses fed grass hays. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.97, n.3, p.581-589, 1981.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1984. 612p.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VETERINÁRIA. **Métodos Oficiais**. S.l.: LANARV, 1988. 104p.
- MCKENZIE, R.A.; GARTNER, R.J.; BLANEY, B.; GLANVILLE, R.J. Control of nutritional secondary hyperparathyroidism in grazing horses with calcium plus phosphorus supplementation. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v.57, n.12, p.554-557, Dec. 1981.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (Washington, DC). Requirements domestic animals. In.: NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, DC). **Nutrients Requirement of Horses**. 5.ed. rev., Washington, DC: National Academy Press, 1989. 100p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (Washington, DC). Requirements domestic animals. In.: NATIONAL RESEARCH COUNCIL (Washington, DC). **Nutrients Requirement of Beef Cattle**. 7.ed. rev., Washington, DC: National Academy Press, 1996. 240p.
- NUNES, S.G.; SILVA, J.M.; QUEIROZ, H.P. **Avaliação de gramíneas forrageiras para equinos**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1990a. 5p. (Embrapa-CNPGC. Comunicado técnico, 45).
- NUNES, S.G.; SILVA, J.M.; SCHENK, J.A. **Problemas com cavalos em pastagens de humidicola**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1990b. 4p. (Embrapa-CNPGC. Comunicado técnico, 31).
- SAS, INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5.ed. Cary, NC, 1985. 956p.
- SWARTZMAN, M.S.; HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Inhibition of calcium absorption in ponies fed diets containing oxalic acid. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.39, n.10, p.1621-1623, 1978.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WALTHALL, J.C.; MCKENZIE, R.A. Osteodystrofia fibrosa in horses at pasture in Queensland: field and laboratory observations. **Australian Veterinary Journal**, Brunswick, v.52, n.1, p.11-16, 1976.
- WARD, G.; HARBERS, L.H. Effect of pH on extractability of calcium and oxalate from Alfalfa leaflets. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.65, n.1, p.154-160, 1982.