



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbcs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo  
Brasil

Abreu Faria, Letícia de; Cerqueira Luz, Pedro Henrique de; Rodrigues, Rosane Cláudia; Rodrigues  
Herling, Valdo; Barros Macedo, Felipe

Efeito residual da silicatagem no solo e na produtividade do capim-marandu sob pastejo

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 32, núm. 3, junho, 2008, pp. 1209-1216

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214229028>

- 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

# EFEITO RESIDUAL DA SILICATAGEM NO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DO CAPIM-MARANDU SOB PASTEJO<sup>(1)</sup>

Letícia de Abreu Faria<sup>(2)</sup>, Pedro Henrique de Cerqueira Luz<sup>(3)</sup>, Rosane Cláudia Rodrigues<sup>(4)</sup>, Valdo Rodrigues Herling<sup>(5)</sup> & Felipe Barros Macedo<sup>(6)</sup>

## RESUMO

A escória siderúrgica é uma alternativa para a correção da acidez dos solos e é constituída de silicato de cálcio. Neste estudo, avaliaram-se os efeitos residuais da aplicação de silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e da planta em Latossolo Vermelho distroférico típico com capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), sob intensidades de pastejo em lotação rotacionada. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com intensidades de pastejo avaliadas pelas ofertas diárias de forragem de 50, 100, 150 e 200 kg t<sup>-1</sup> de MS por PV nas parcelas experimentais, enquanto a aplicação superficial de silicato de cálcio combinado com calcário dolomítico, respectivamente, nas doses 0 + 0; 2 + 0; 4 + 0; 6 + 0; 2 + 4; 4 + 2 e 0 + 6 t ha<sup>-1</sup> nas subparcelas com quatro repetições, duas épocas (verão e inverno) e avaliação em três profundidades do solo (0–10, 10–20 e 20–40 cm). Os atributos químicos do solo pH em CaCl<sub>2</sub>, Ca, Mg, K, H + Al e V, avaliados 720 dias após a aplicação, apresentaram resultados favoráveis do poder residual do silicato de Ca e do calcário. A oferta de forragem 200 kg t<sup>-1</sup> e o tratamento somente com calcário dolomítico (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) elevaram o valor de pH em CaCl<sub>2</sub> e o V, principalmente na camada de 0–10 cm. Os teores de Si no solo foram influenciados pelas doses aplicadas de silicato de Ca, apesar de não terem causado alterações significativas nos teores foliares de Si. A composição químico-bromatológica foi afetada somente pelas ofertas e épocas. As ofertas, épocas e a interação época x oferta resultaram em efeitos na produção de matéria seca no pré-pastejo, com maiores produções para a oferta 200 kg t<sup>-1</sup> e menores para a de 50 kg t<sup>-1</sup> nas duas épocas. O resíduo (pós-pastejo) foi influenciado pelas ofertas e épocas. As ofertas 50 e 100 kg t<sup>-1</sup> e o tratamento com 2 t ha<sup>-1</sup> de silicato de Ca promoveram as maiores taxas de acúmulo de matéria seca.

**Termos de indexação:** forragem, silicato de cálcio, silício.

<sup>(1)</sup> Apresentado na 42ª SBZ, Projeto financiado pela FAPESP. Recebido para publicação em agosto de 2007 e aprovado em março de 2008.

<sup>(2)</sup> Mestranda em Qualidade e Produtividade Animal, Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo – FZEA/USP. Avenida Duque de Caxias-Norte 225, CEP 13630-900 Pirassununga (SP). E-mail: evazoot@yahoo.com.br

<sup>(3)</sup> Professor Dr. Departamento de Zootecnia, FZEA/USP. E-mail: phcerluz@usp.br

<sup>(4)</sup> Zootecnista, Doutora. Bolsista DCR/FAPEMAT/CNPQ, UFMT/FAMEV, FZEA/USP. E-mail: rosanerodrig@gmail.com

<sup>(5)</sup> Professor Dr. Departamento de Zootecnia, FZEA/USP. E-mail: vrherlin@usp.br

<sup>(6)</sup> Doutorando em Qualidade e Produtividade Animal, Departamento de Zootecnia, FZEA/USP. E-mail: felipebmacedo@yahoo.com.br

## SUMMARY: RESIDUAL EFFECT OF SILICATE APPLICATION ON SOIL AND BRACHIARIA GRASS YIELD UNDER GRAZING

Basic slag consists of calcium silicate and is an alternative for soil acidity correction. This study evaluated the residual effects of calcium silicate application on the chemical properties of a Rhodic Hapludox in a rotation system with Brachiaria grass under different grazing intensities. The experiment was a complete randomized block design, where the plots consisted of grazing intensities, determined by the forage supply of 50, 100, 150 and 200 kg t<sup>-1</sup> of MS/ PV, respectively, and the subplots of surface applications of calcium silicate in combination with dolomitic limestone (0 + 0; 2 + 0; 4 + 0; 6 + 0; 2 + 4; 4 + 2 and 0 + 6 t ha<sup>-1</sup>.) with four replications. Evaluations were carried out in two seasons (summer and winter) and at three soil depths (0–10, 10–20 and 20–40 cm). The results of residual calcium silicate and limestone effects 720 days after application were positive for soil pH in CaCl<sub>2</sub>, exchangeable Ca, Mg and K, concentration, H + Al values, and base saturation. A forage supply of 200 kg t<sup>-1</sup> and the limestone treatment (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) increased pH in CaCl<sub>2</sub> and base saturation values, mainly in the 0–10 cm layer. The soil silicon levels were influenced by the applied calcium silicate doses, but they resulted in no significant leaf Si concentration. The chemical-bromatological composition of the forage was affected only by forage supply and seasons. The forage supply, seasons and seasons x supply interaction influenced the pre-grazing dry matter production. The yield was highest at 200 kg t<sup>-1</sup> and lowest at 50 kg t<sup>-1</sup> forage supply in both seasons. Supply and seasons influenced the after-grazing forage residue. The highest rates of dry matter accumulation were obtained with forage supplies of 50 and 100 kg t<sup>-1</sup> and application of 2 t ha<sup>-1</sup> calcium silicate.

*Index terms: forage, calcium silicate, silicon.*

## INTRODUÇÃO

A pastagem é a principal fonte de alimento na pecuária nacional otimizando a relação custo/benefício desta atividade (Pedreira & Mello, 2000). A produção de matéria seca depende de fatores não-controláveis, inerentes ao ambiente, como radiação solar, temperatura e umidade do solo, e de fatores controláveis, como fertilidade, pressão de pastejo, dentre outros.

A maior parte do rendimento, qualidade e precocidade do produto final depende de como as pastagens são exploradas. Isso faz com que a formação e o manejo das pastagens assumam importância primordial para evitar sua degradação e garantir sua perenidade, sem decréscimo da qualidade nutricional. Segundo Hodgson (1990), quando bem manejada, é a fonte mais barata de alimentação para o rebanho.

As espécies forrageiras de clima tropical apresentam a capacidade de produzir grandes quantidades de matéria seca por unidade de área, podendo, assim, suportar elevadas taxas de lotação. O capim-Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hoechst ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu] vem-se destacando na pecuária intensiva, por sua rusticidade e adaptação a solos de média fertilidade com boa produção de matéria seca e proteína bruta. Porém, Carvalho et al. (1991) relataram que as pastagens formadas com essa espécie forrageira têm apresentado redução gradual de produtividade após seu estabelecimento, o que pode estar associado com a queda da fertilidade do solo.

Os solos do cerrado brasileiro são, em geral, muito intemperizados e lixiviados, com acentuada dessilicatização e pobres em cátions básicos, o que lhes confere uma fração argilosa constituída de caulinita e sesquióxidos de Fe e Al, com baixa relação molecular SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (relação Ki), algumas vezes inferior a 0,5 (Embrapa, 1982).

Na região tropical, não existem informações bem definidas quanto aos níveis críticos de Si no solo e na planta. Por outro lado, discute-se sua função na planta e em quais processos estaria envolvido.

A alta concentração de silicatos de Ca e Mg na escória siderúrgica revela sua utilização como corretivo de acidez do solo e como fonte de Ca e Si para as plantas (Korndörfer et al., 2002).

Deste modo, o silicato de Ca vem sendo usado para fornecer Ca e Si, contudo, ainda se dispõe de poucos resultados experimentais, principalmente para plantas forrageiras. O Si é reconhecido por sua influência na resistência das plantas em resposta a ataques de insetos, nematóides, doenças, no estado nutricional, transpiração e, possivelmente, por alguns aspectos de eficiência fotossintética (Deren et al., 1994).

Como material corretivo, assim como o calcário, a escória siderúrgica pode apresentar efeito residual do silicato de Ca, beneficiando culturas de ciclo longo. Prado et al. (2003) encontraram, para este material, efeito residual benéfico nos atributos de acidez do solo após 48 meses da aplicação.

As respostas para o uso do silicato de Ca em pastagens como corretivo no solo e como fonte de Si

não são bem conhecidas. Desta forma, o presente estudo foi realizado com vistas em obter informações sobre os efeitos residuais da utilização de silicato de Ca no solo e na planta, com hipóteses de que as doses de silicato de Ca influenciam a produção de matéria seca, a composição química e bromatológica da forragem colhida e os atributos químicos do solo relacionados com a correção da acidez, dois anos após sua aplicação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP em Pirassununga-SP, de clima subtropical do tipo Cwa de Köppen (Oliveira & Prado, 1984). A área experimental apresenta solo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico típico, com 16 unidades experimentais de 3.150 m<sup>2</sup> cada (5,06 ha) formadas de capim-Marandu e utilizadas sob lotação rotacionada, com período de ocupação de sete dias e período de descanso de 28 dias, para a época das águas, e de 56 dias de descanso para a época da seca.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo, nas parcelas, avaliadas quatro intensidades de pastejo, representadas pelas ofertas diárias de forragem de 50, 100, 150 e 200 kg t<sup>-1</sup> de MS por PV e, nas subparcelas, os tratamentos de aplicação de silicato de Ca combinados com calcário respectivamente: 0 + 0; 2 + 0; 4 + 0; 6 + 0; 2 + 4; 4 + 2; 0 + 6 t ha<sup>-1</sup>. As subparcelas ocupavam 150 m<sup>2</sup> de área útil por tratamento, nas quais foram avaliados os atributos químicos do solo, pH em CaCl<sub>2</sub> = 5,3; MO = 19,9 g kg<sup>-1</sup>; K = 1,0; Ca = 22,6; Mg = 10,6; H + Al = 21,9; Al = 0; CTC = 56 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 8,9; S = 4,1; B = 0,1; Cu = 2,2; Fe = 34,5; Mn = 4,3; Zn = 0,6; Si (0–10 cm) = 23,75 e Si (10–20 cm) = 22,75 mg dm<sup>-3</sup>, e V = 59 %. Os corretivos silicato de Ca (CaO 41 %, MgO 11 %, SiO<sub>2</sub> 23 %, PN (Eq. CaCO<sub>3</sub>) = 100,7 % e PRNT = 85 %) e o calcário dolomítico (CaO 42 %, MgO 6,5 %, PN 97 % e PRNT 91 %) foram aplicados a lanço em área total em março de 2002, utilizando aplicador com dosador volumétrico e distribuidor tipo queda livre, sem incorporação superficial. O calcário dolomítico foi utilizado para balancear as quantidades de Ca a serem fornecidas para todos os tratamentos, ou seja, para isolar o efeito do Ca do silicato de Ca e avaliar a resposta como fonte de Si para as plantas. Foram realizadas adubações nitrogenadas (50 kg ha<sup>-1</sup> de N) e potássicas (25 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) de manutenção em cobertura após cada pastejo, durante o período das águas.

Na avaliação dos efeitos residuais, os atributos químicos do solo foram considerados para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 t ha<sup>-1</sup> de silicato de Ca e 6 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico nas profundidades de 0–10, 10–20 e 20–40 cm como subsubparcelas, coletando o solo

com auxílio de um trado tipo holandês, 720 dias após a aplicação. Nas análises químicas foliares, visando ao efeito da fonte de Si, foram considerados os tratamentos (silicato de Ca + calcário) 0 + 6, 2 + 4, 4 + 2 e 6 + 0 t ha<sup>-1</sup>, coletando-se a terceira folha madura completamente expandida, segundo Malavolta et al. (1986), totalizando cerca de 350 g de material verde por amostra. Os teores de Si no solo também foram analisados nas profundidades de 0–10, 10–20 e 20–40 cm após 365 dias da aplicação do silicato de Ca.

Os teores de macro e micronutrientes das plantas foram determinados segundo Embrapa (1979), a saber: o N, pelo método microkjeldahl; o P por método colorimétrico Amarelo de vanadato e S, por turbidimetria, o K pelo método de espectrofotometria de emissão, e o Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn, por espectrofotometria de absorção atômica.

As análises químicas de macro e micronutrientes do solo foram feitas segundo o método descrito por Raij et al. (1996), sendo o P, K, Ca e Mg por resina trocadora de íons, o S por fosfato de Ca, o B por água quente e os micronutrientes Zn, Cu, Fe e Mn por DTPA a pH 7,3 sendo a determinação do K por espectrofotometria de emissão, o Ca, Mg, Fe, Cu, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e o B, P por colorimetria, e o S por turbidimetria, enquanto a de Si no solo e planta conforme Korndörfer et al. (1999).

Para avaliar a produtividade e o valor nutritivo da planta forrageira, durante o período experimental, foram considerados três ciclos de pastejo na época das águas e um na época seca, ou seja parcelas subdivididas no tempo. Dois dias antes da entrada dos animais, realizou-se a estimativa indireta de produção de forragem, utilizando-se o prato ascendente de alumínio, de fabricação neozeolandeza, para a adequação da taxa de lotação no respectivo tratamento de oferta de forragem. Em conjunto, foi feita sua calibração em cinco pontos de 1 m<sup>2</sup>, espalhados pela área experimental em alturas diferentes e cortando-se todas as plantas acima do solo (Cunha, 2002) as quais foram, posteriormente, pesadas e subamostradas e então, levadas para estufa a 65 °C, durante 72 h, para determinar a produção de matéria seca.

Para avaliar a produção de forragem pós-pastejo, realizada após a saída dos animais dos piquetes, utilizou-se uma régua de 0–100 cm, seguindo o mesmo procedimento da coleta de material para análise de produção de matéria seca usado no pré-pastejo.

Para determinar a produção de matéria seca, foram efetuadas determinações em 30 pontos por tratamento dentro de cada parcela. A taxa de acúmulo de matéria seca foi determinada a partir dos resultados de produção de matéria seca do pós-pastejo de um ciclo e o pré-pastejo do ciclo seguinte, realizado somente durante a época das águas, dividindo-se a diferença pelo período de descanso, considerando o material que senesceu durante o período de descanso.

As amostras para análises bromatológicas (proteína bruta - PB, fibra em detergente neutro - FDN, fibra em detergente ácido - FDA, digestibilidade in vitro - DIV e lignina) foram retiradas em todos os tratamentos, coletando amostras das parcelas experimentais por meio da estimativa de altura média das plantas para cada oferta de forragem (50 = 10 cm, 100 = 10 cm, 150 = 10 cm, 200 kg t<sup>-1</sup> = 40 cm, em média). As análises foram realizadas por meio dos seguintes métodos: Matéria seca (MS) e PB, segundo A.O.A.C. (1980); FDN, FDA e lignina, segundo Goering & van Soest (1970).

A pressão de pastejo foi controlada por meio da combinação dos resultados das estimativas de produção de matéria seca pré-pastejo e da pesagem e controle dos animais a cada ciclo de pastejo. Todos os resultados experimentais foram analisados pelo programa SAS (1989), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,10).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH em CaCl<sub>2</sub> no solo foi alterado pela oferta de forragem e pelo corretivo. Os resultados revelaram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos de corretivos nas profundidades de 0–10, 10–20 cm, sendo registrados pH em CaCl<sub>2</sub> de 5,28 e 5,19 para o tratamento somente com calcário (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>), respectivamente. Na profundidade de 20–40 cm, o pH em CaCl<sub>2</sub> para somente calcário (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) foi superior, quando comparado com a testemunha e com o tratamento com 4 t ha<sup>-1</sup> de silicato de Ca. O resultado da aplicação do tratamento somente com calcário (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) destacou-se nas três profundidades avaliadas com pH em CaCl<sub>2</sub> médio de 5,17, evidenciando resposta mesmo na profundidade de 20–40 cm (Figura 1).

Dentre as ofertas de forragem avaliadas, a de 200 kg t<sup>-1</sup> apresentou maior média para pH em CaCl<sub>2</sub> com valor de 5,23 (p < 0,1), enquanto as demais foram semelhantes entre si (Quadro 1).

O teor de Ca<sup>2+</sup> nas profundidades do solo foi influenciado pela oferta de forragem, pelo corretivo com interação entre a profundidade x corretivo. Na figura 2, estão os teores de Ca<sup>2+</sup> resultantes da interação profundidade x corretivo, podendo-se verificar maiores médias para o tratamento com calcário (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) na camada de 0–10 cm (p < 0,1), que foi diferente (p < 0,05) apenas dos tratamentos com até 4 t ha<sup>-1</sup> de silicato de Ca. Na profundidade de 10–20 cm, a utilização do calcário (0 + 6 t ha<sup>-1</sup>) conferiu maiores teores de Ca (p < 0,05), apenas comparado à testemunha. Na profundidade de 20–40 cm, não houve diferença entre os tratamentos.

As ofertas de forragem e os tratamentos com corretivos resultaram em efeitos significativos para o teor de Mg<sup>2+</sup>. A oferta de 200 kg t<sup>-1</sup> implicou o maior (p < 0,1) teor médio de Mg no solo (10,43 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), enquanto as demais ofertas não diferiram entre si (Quadro 1).

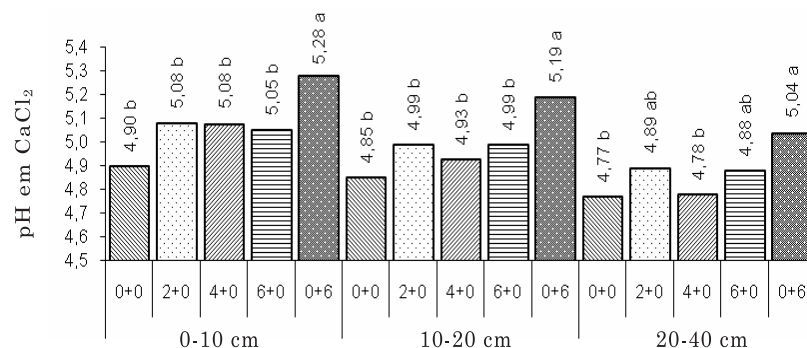
Apesar de serem os teores de Mg encontrados considerados altos, segundo Malavolta et al. (1986), não se observaram diferenças entre as combinações dos corretivos, uma vez que foi utilizado calcário com teor de Mg semelhante ao contido no silicato de Ca (Figura 3).

Os teores de K não responderam aos tratamentos e diferiram entre si apenas nas profundidades

**Quadro 1.** pH em CaCl<sub>2</sub> e teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e V no solo para as ofertas avaliadas

	Ofertas, kg t <sup>-1</sup>			
	50	100	150	200
pH em CaCl <sub>2</sub>	4,89 b	4,88 b	4,92 b	5,23
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	22,73 b	23,52b	23,16 b	30,44
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,67 b	7,37 b	7,71 b	10,43
V %	40,73 b	41,02 b	41,65 b	53,55

Médias acompanhadas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.



**Figura 1.** pH em CaCl<sub>2</sub> no solo para a interação Tratamentos x Profundidades (Médias acompanhadas de mesma letra, dentro de profundidade, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey).

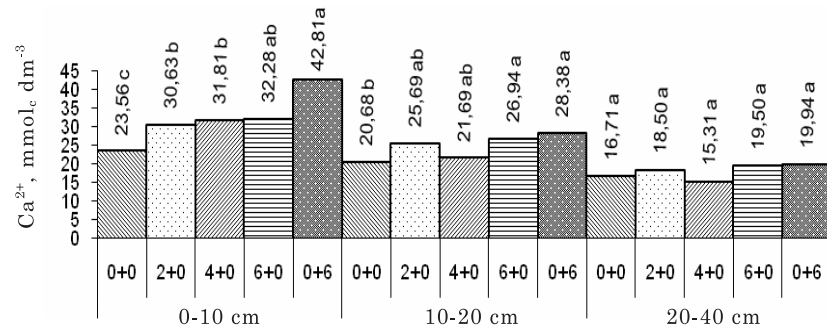


Figura 2. Teores de  $\text{Ca}^{2+}$  no solo para a interação Tratamentos x Profundidades. Valores acompanhados de mesma letra, dentro de profundidade, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

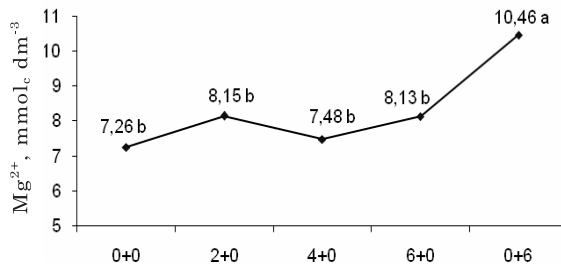


Figura 3. Teores médios de  $\text{Mg}^{2+}$  no solo para os tratamentos. Valores acompanhados de uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

avaliadas ( $p < 0,1$ ), sendo encontrada variação de 3,04 (0–10 cm) a 1,36 (20–40 cm)  $\text{mmolc dm}^{-3}$ , teores considerados médios (Raij et al., 1996), levando em conta a prática de adubações potássicas realizadas na época de amostragem.

Os teores de H + Al responderam aos tratamentos com corretivos e às ofertas de forragem nas profundidades com interações profundidades x tratamentos e profundidades x ofertas. Estes não diferiram entre os tratamentos com silicato de Ca dentro das três profundidades, porém foram diferentes

do tratamento somente com calcário (Figura 4), que levou a menores teores graças aos efeitos da correção da acidez, mesmo 720 dias após aplicação, o que se caracteriza como efeito residual.

Os teores de H + Al encontrados na interação ofertas x profundidades revelaram diferenças significativas e favoráveis (menores valores) para a oferta de 200  $\text{kg t}^{-1}$  nas três profundidades, enquanto as demais ofertas não diferiram entre si (Figura 5).

Houve efeito de oferta, corretivo e interação tratamentos x profundidades no índice de saturação por bases (V). Dentre as ofertas, a de 200  $\text{kg t}^{-1}$  levou à maior V média, enquanto as demais não diferiram entre si (Quadro 1), o que pode ser explicado pelos menores valores de H + Al encontrados nesta oferta.

Verificou-se na interação que, na camada de 0–10 cm, encontraram-se os maiores valores para V, assim como para o tratamento com calcário em todas as camadas (Figura 6).

Os resultados apresentados demonstram efeitos favoráveis da utilização de silicato de Ca e do calcário, mesmo após dois anos da aplicação, revelando efeito residual para os aspectos de correção da acidez do solo. Sabendo que a V recomendada para a manutenção da gramínea *Brachiaria brizantha*, segundo Raij et al.

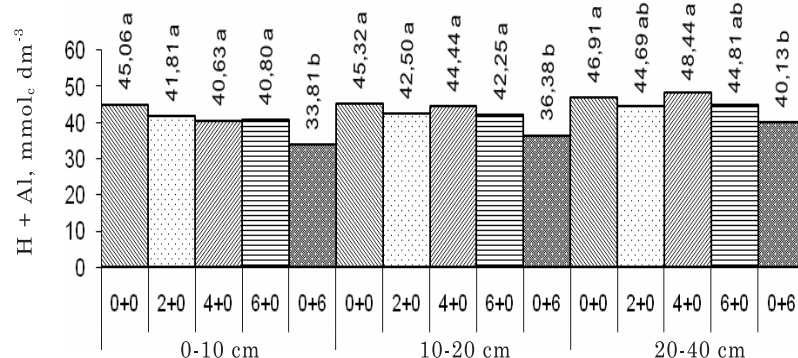


Figura 4. Teores de H + Al no solo para a interação Tratamentos x Profundidades. Teores acompanhados de mesma letra, dentro de profundidade, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

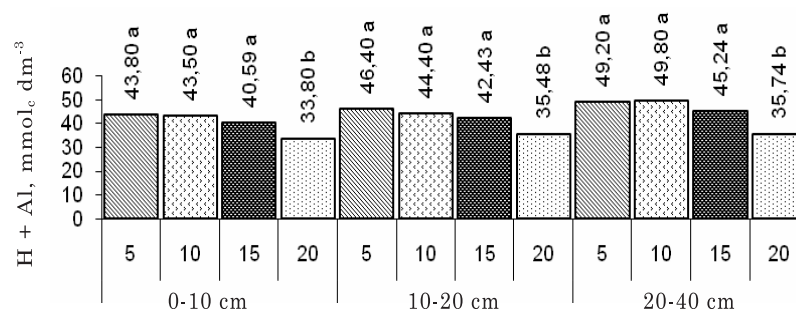


Figura 5. Teores de H + Al no solo para a interação Ofertas x Profundidades. Médias acompanhadas de mesma letra, dentro de profundidade, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

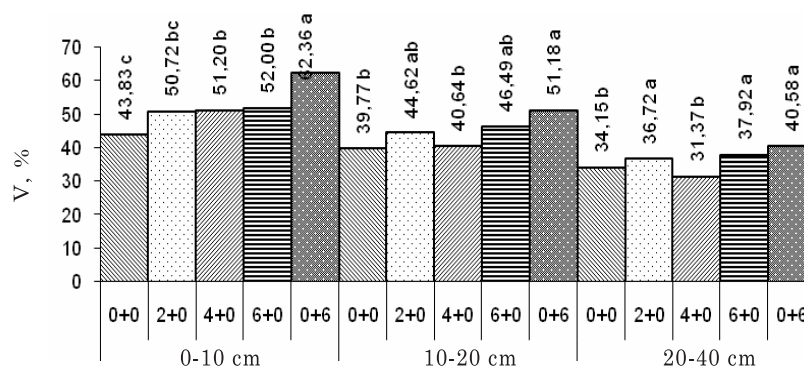


Figura 6. Médias de saturação por bases (%) no solo nas três profundidades avaliadas para os tratamentos com silicato de cálcio e calcário. Médias acompanhadas de mesma letra, dentro de profundidade, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

(1996), é de 50 %, verificou-se que na camada superficial (0–10 cm), para todos os tratamentos, foi atingido o valor recomendado ( $V > 50$  %), enquanto, para a testemunha, o valor ficou abaixo do desejado ( $V = 43,8$  %).

Os resultados dos atributos químicos do solo ligados à correção da acidez, como o pH em  $\text{CaCl}_2$ , teores de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , H + Al e V, apontaram maior extração de nutrientes do solo na oferta  $50 \text{ kg t}^{-1}$  em relação à oferta de  $200 \text{ kg t}^{-1}$ , ou seja, numa condição de maior utilização da forragem, houve maior extração de nutrientes.

Os teores de Si foliar foram semelhantes ( $p \geq 0,05$ ), independentemente do tratamento (Quadro 2), enquanto os teores do Si no solo apresentaram respostas para as ofertas, tratamentos e interação profundidade x tratamento. Dentre as ofertas, a de  $200 \text{ kg t}^{-1}$  foi superior às demais, que não diferiram entre si (Figura 7).

Na camada de 0–10 cm do solo, houve resposta para as doses crescentes de silicato de Ca e, na de 10–20 cm, notou-se melhor resposta para o tratamento com calcário ( $6 + 0 \text{ t ha}^{-1}$ ), enquanto a de 20–40 cm não apresentou efeito significativo em nenhum tratamento avaliado. Sendo assim, notou-se que o efeito residual da aplicação do silicato de Ca, embora pequeno, a

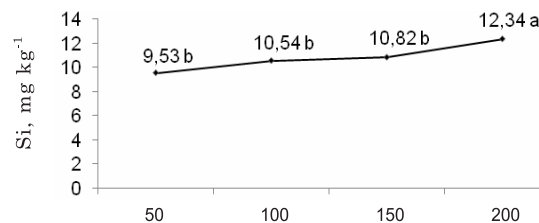


Figura 7. Teores médios de silício no solo para as ofertas de forragem. Teores acompanhados de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

camada de 0–10 cm, dois anos após sua aplicação, não foi suficiente para alterar os teores foliares (Quadro 2).

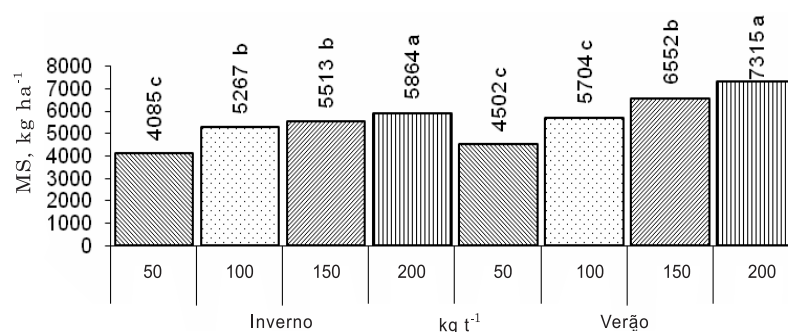
Não houve efeito dos tratamentos testados sobre os teores de Ca e de Mg das folhas, que foram semelhantes entre si ( $p \geq 0,05$ ), independentemente das doses de silicato de Ca e das ofertas de forragem.

A produção de matéria seca - PMS pré-pastejo não respondeu ( $p \geq 0,05$ ) ao efeito residual da aplicação de silicato de Ca, apresentando respostas para as ofertas, épocas e para a interação época x oferta. A interação oferta x estação (Figura 8), evidenciou diferença significativa para a oferta de  $200 \text{ kg t}^{-1}$  com as maiores produções nas duas estações ( $p < 0,1$ ).

**Quadro 2. Teores médios de silício no solo em três profundidades avaliadas, e nas folhas pela aplicação de silicato de cálcio e calcário**

Profundidade		Tratamento, t ha <sup>-1</sup>						
		0 + 0	2 + 0	4 + 0	6 + 0	0 + 6	2 + 4	4 + 2
		mg kg <sup>-1</sup>						
Si – Solo	cm							
	0–10	8,12 c	11,11 b	10,56 b	13,68 a	13,34 a	.	.
	10–20	9,51 b	9,54 b	10,63 b	13,99 a	10,48 b	.	.
	20–40	9,48 a	9,33 a	10,14 a	9,09 a	9,47 a	.	.
Si – Foliar		.	.	.	1,58 a	1,67 a	1,52 a	1,67 a

Valores acompanhados de uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey



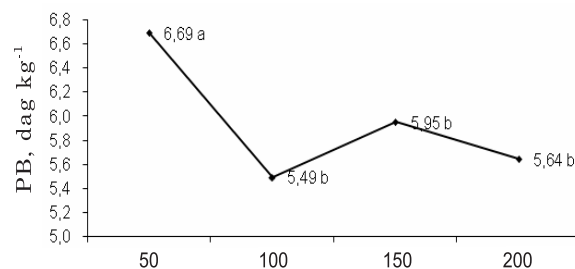
**Figura 8. Produção de matéria seca pré-pastejo do capim-Marandu, submetidas a quatro ofertas de forragem durante o verão e inverno. Médias acompanhadas de mesma letra, na estação, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.**

A produção de matéria seca foi maior no verão do que no inverno pelo fato de as plantas forrageiras tropicais serem muito dependentes das condições climáticas (van Soest et al., 1978), principalmente de temperatura e precipitação.

A PMS pós-pastejo apresentou resposta somente para oferta e época. As ofertas diferiram entre si ( $p < 0,0001$ ), apresentando valores crescentes da menor para a maior oferta, enquanto, para as épocas, a maior produção foi obtida no verão. A taxa de acúmulo respondeu para as ofertas e para os tratamentos com corretivos. Houve diferença entre as ofertas diárias de 50 e 100 kg t<sup>-1</sup> em relação a 150 e 200 kg t<sup>-1</sup>, sendo maior para as menores ofertas. Dentre os tratamentos, a maior média foi para o tratamento 0 + 2 t ha<sup>-1</sup> (55,4 kg/ha/dia) e o 4 + 2 t ha<sup>-1</sup> (36,6 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) com a menor taxa, não diferindo os demais tratamentos entre si.

A composição bromatológica não foi afetada pelos corretivos. Os teores de proteína bruta - PB apresentaram respostas para as épocas com média de 7,4 dag kg<sup>-1</sup> no período das águas e de 5,0 dag kg<sup>-1</sup> na seca, e, para as ofertas, houve diferença entre 5 dag kg<sup>-1</sup> com 6,7 dag kg<sup>-1</sup> de PB em sua composição para as demais (entre 5,49 a 5,95 dag kg<sup>-1</sup>), o que pode ser explicado pelo maior alongamento dos colmos nas maiores ofertas (Figura 9), proporcionando a redução do teor de PB, conforme Hodgson (1990).

Os teores de fibra em detergente neutro - FDN responderam às variáveis oferta, época e interação época x oferta. Na época das águas, as ofertas 100, 150 e 200 kg t<sup>-1</sup> foram semelhantes entre si (média de 76,8 dag kg<sup>-1</sup>) e superiores ( $p < 0,05$ ) a de 50 kg t<sup>-1</sup> (75,8 dag kg<sup>-1</sup>). No inverno, a variação dos valores de FDN foi de 77,3 (200 kg t<sup>-1</sup>) a 80,1 dag kg<sup>-1</sup> (100 kg t<sup>-1</sup>), sendo as ofertas 50 e 100 kg t<sup>-1</sup> responsáveis pelos maiores valores, cuja explicação pode ser atribuída ao efeito das diferentes alturas de corte do material vegetativo para cada oferta em ordem crescente da oferta diária de 50 para a de 200 kg t<sup>-1</sup>. Em média, a FDN



**Figura 9. Teores de proteína bruta no capim-Marandu, submetido a quatro ofertas de forragem. Valores acompanhados de uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.**

aumentou de 76,5 para 78,5 dag kg<sup>-1</sup> entre o período das águas e o da seca, apresentando efeito significativo ( $p < 0,0001$ ).

Os valores de fibra detergente ácido - FDA responderam somente para as épocas, com aumento de 8,9 % entre o verão e o inverno (média de 40,6 e 44,2 dag kg<sup>-1</sup> respectivamente), o que se deve à modificação da parede celular decorrente de condições climáticas e nutricionais, descrito por Hodgson (1990). Os teores de lignina foram influenciados somente pela época, diferindo do verão (4,4 dag kg<sup>-1</sup>) para o inverno (6,2 dag kg<sup>-1</sup>). O aumento do teor de lignina influenciou o acúmulo de proteína bruta de forma negativa (Hodgson, 1990). Os valores analisados da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca – DIVMS apresentaram respostas apenas para a época, ou seja, para o verão, a digestibilidade média foi de 62,1 %, enquanto, para o inverno, foi de 43,8 %, o que, provavelmente, pode ser explicado pela maior participação de folhas verdes na amostra do período das águas em relação ao da seca.

## CONCLUSÕES

1. Os atributos químicos do solo relacionados com a correção da acidez, como o pH em CaCl<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, H + Al e V e o teor de Si, responderam positivamente à aplicação de silicato de Ca e calcário, apresentando efeito residual no solo, inclusive com reflexos nas camadas avaliadas (0–10, 10–20 e 20–40 cm). Esse efeito não foi suficiente para alterar os teores dos componentes químicos foliares avaliados.

2. Não houve efeito residual do silicato de Ca para a PMS pré e pós-pastejo, os quais foram influenciados pelas ofertas e épocas, enquanto a taxa de acúmulo de matéria seca foi influenciada pela utilização do silicato de Ca, com maiores médias para as maiores ofertas (150 e 200 kg t<sup>-1</sup>) e melhor desempenho na época das águas.

3. Os atributos avaliados para a composição bromatológica, incluindo a digestibilidade *in vitro*, não foram afetados pela aplicação dos corretivos silicato de Ca e calcário após 720 dias.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo apoio financeiro de auxílio pesquisa e bolsa de iniciação científica.

## LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C. Official methods of analysis. Washington, 1980.
- CARVALHO, M.M.; MARTINS, C.E.; VERNEQUE, R.S. & SIQUEIRA, C. Respostas de uma espécie de *Brachiaria* à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. R. Bras. Ci. Solo, 15:195-200, 1991.
- CUNHA, W.F. Métodos para estimativa de massa de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 58p. (Tese de Mestrado)
- DEREN, C.W.; DATNOFF, L.E.; ZINDER, G.H. & MARTÍN, F. Silicon concentration disease response and yield components of rice genotypes grown on flooded organic Histosols. Crop Sci., 34:733-737, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação de aptidão agrícola das terras do triângulo mineiro. Rio de Janeiro, 1982. 526p. (Boletim Técnico, 1)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979. 80p.
- GOERING, H.K. & van SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, USDA, 1970. 379p. (Agric. Handbook, ARS)
- HODGSON, J. Grazing management - Science into practice. Essex, Longman Scientific & Technical, 1990. 203p.
- KORNDÖRFER, G.H.; ARANTES, V.A.; CORRÊA, G.F. & SNYDER, G.H. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. R. Bras. Ci. Solo, 23:623-629, 1999.
- KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S. & CAMARGO, M.S. Silicato de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia - Instituto de Ciências Agrárias, 2002. 15p. (Boletim Técnico, 1)
- MALAVOLTA, E.; LIEM, T.H. & PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa, 1985. Anais. Piracicaba, Potafos, 1986. p.31-76.
- OLIVEIRA, J.B. & PRADO, H. Levantamento pedológico do estado de São Paulo: quadricula de São Carlos. II Memorial Descritivo. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1984. 188p. (Boletim Técnico, 98)
- PEDREIRA, C.G.S. & MELLO, A.C.L. *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: A PLANTA FORRAGEIRA NO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 17., Piracicaba, 2000. Anais. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2000. p.109-133.
- PRADO, R.M.; FERNANDES, F.M. & NATALE, W. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo na soqueira de cana-de-açúcar. R. Bras. Ci. Solo, 27:287-296, 2003.
- RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 255p. (Boletim Técnico, 100)
- SAS Institute. SAS/STAT User's guide. Version. 6 ed. Cary, 1989. v.2. 446p.
- van SOEST, P.J.; MERTENS, D.R. & DEINUM, B. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci., 47:712-720, 1978.