



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.  
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

## MICRONUTRIENTES E SILÍCIO NAS FOLHAS DA CANA-DE-AÇÚCAR: ESCÓRIA SIDERÚRGICA APLICADO NO SOLO

Lúcio Bastos Madeiros<sup>1</sup>; Andreia de Oliveira Vieira<sup>2</sup>; Boanerges Freire de Aquino<sup>3</sup>

### RESUMO

Os efeitos benéficos da adubação com escória siderúrgica vêm sendo pesquisados em diversas espécies, dentre elas, a cana-de-açúcar. Objetivou-se com este trabalho, avaliar a influência da escória siderúrgica nas concentrações de micronutrientes e silício na folha da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, utilizando-se Argissolo Vermelho-Amarelo e a escória siderúrgica como fonte de silício. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (5x2), com cinco doses do produto (0; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g vaso<sup>-1</sup>) e duas variedades de cana-de-açúcar (RB72454 e SP791011), com quatro repetições. Após noventa dias da emissão da brotação foi feito o corte das plantas para a análise das concentrações de micronutrientes e silício (Si); zinco (Zn), cobre (Cu), ferro (Fe) e manganês (Mn) nas folhas. As variedades apresentaram comportamentos distintos quanto à absorção dos diversos nutrientes. Observou-se aumento das concentrações foliares de Si, enquanto que as concentrações foliares de Fe diminuíram com a aplicação da escória siderúrgica no solo. A variedade RB72454 acumulou mais Si que a variedade SP791011.

**Palavras-chave:** *Saccharum spp*, adubação, silício.

### MICRONUTRIENTS AND SILICON IN THE LEAVES OF SUGAR CANE: STEEL SLAG USED IN SOIL

### ABSTRACT

The beneficial effects of the fertilization with silicon have been researched in several species, among them the sugarcane. The objective of this work was to evaluate the influence of silicate on the micronutrients of sugarcane leaves. The experiment was carried out in greenhouse conditions, using a Red-Yellow Argis soil and the calcium and magnesium silicate waste as silicon source. The experimental design used was the completely randomized one, in factorial outline (5x2) with five silicate doses (0; 2.5; 5.0; 10.0 and 15.0 g pot<sup>-1</sup>) and two cultivars of sugarcane (RB72454 and SP791011), with four replications. After ninety days of budding emission, the cut of the plants was made for analysis of micronutrients (Zn, Cu, Fe and Mn) and silicon (Si) concentrations in the leaves. The varieties presented distinct behavior in relation to the absorption of diverse nutrients. It was observed increase in the Si leaf concentrations, while Fe leaf concentrations decreased with the application of silicate into the soil. The RB72454 variety accumulates more Si compared to the SP791011 variety.

**Keywords:** *Saccharum spp*, fertilization, silicon.

Trabalho recebido em 20/11/2008 e aceito para publicação em 22/01/2009.

<sup>1</sup> Doutor, Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) de Cuiabá, MT, Uned Campo Novo do Parecis, CEP 78.360-000, Campo Novo do Parecis, MT, e-mail: lucioagron@gmail.com;

<sup>2</sup> Eng<sup>a</sup> agrônoma, CEFET Cuiabá, Uned Campo Novo do Parecis, CEP 78.360-000, Campo Novo do Parecis, MT, e-mail: andreiaagronomia@hotmail.com;

<sup>3</sup> Doutor, Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC). CEP – 60021-970, Fortaleza, CE, e-mail: aquino@ufc.br.

## 1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar destaca-se como uma planta com elevada quantidade de energia, principalmente, pela sacarose. O elevado teor deste nutriente na planta madura, justamente numa época do ano em que as pastagens são escassas e deficientes em proteína e energia, faz da cana uma importante fonte energética para bovinos durante o período seco.

Segundo Thiago e Vieira (2002) a cana de açúcar é uma alternativa de alimentação para animais no período da seca, pois a mesma é uma gramínea forrageira que tem uma alta produção de matéria seca (MS) por hectare e capacidade de manutenção do potencial energético durante o período seco, podendo ser utilizada in natura ou ensilada.

Para o estabelecimento da cana-de-açúcar, além dos elementos essenciais, outros podem ser benéficos, tal como o silício, inclusive contribuindo para o aumento de produtividade (KORNDÖRFER et al., 2002).

A resposta da cana-de-açúcar ao silício é favorável, particularmente nos solos pobres com esse elemento. Ross et al. (1974) citam uma exportação de até 408 kg ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub> para uma produtividade de 74 t ha<sup>-1</sup> de cana-de-açúcar (folhas + colmos).

Como resultado desta enorme extração de silício, pode ocorrer uma diminuição temporária desse elemento no solo, com reflexo direto no desenvolvimento da planta. Em pesquisas realizadas por Datnoff et al. (2001), observaram-se aumentos de produtividade na cana-de-açúcar de até 17%, na cana planta, e de até 20% na soqueira.

Em estudo realizado com capim elefante hexaploide Paraíso (*Pennisetum hybridum*), Vilela et al. (2007), constataram um aumento de produção de matéria seca, FDN (fibra em detergente neutro), cálcio (Ca), fósforo (P) e maior digestibilidade da matéria seca da forragem com aplicação de silicato.

As escórias siderúrgicas em geral apresentam teores elevados de micronutrientes (MALAVOLTA, 1994); no entanto, estão disponíveis, mas pouco comercializadas no mercado brasileiro (QUAGGIO, 2000). Portanto, o uso desse resíduo na agricultura pode trazer benefícios às plantas cultivadas em solos pobres em micronutrientes (DEFELIPO et al., 1992).

Apesar dos efeitos favoráveis do silício, experimentos de Thangavelu & Rao (2002) demonstram que existe uma grande variabilidade genética quanto à capacidade das variedades em acumular esse elemento.

Os micronutrientes desempenham funções vitais no metabolismo das plantas, quer como parte de compostos responsáveis por processos metabólicos e/ou fenológicos, quer como ativadores enzimáticos.

É evidente a importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar, pois os mesmos, quando em deficiência, causam reduções na produtividade e até morte de plantas por conseqüências naturais advindas dos desarranjos metabólicos, ocasionado pela carência desses microelementos (ORLANDO FILHO, 1993).

As escórias siderúrgicas são resíduos da metalurgia do ferro, através de processamento em altas temperaturas, geralmente acima de 1900 °C. Neste processo, uma carga composta por minério de ferro, como a hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), a limonita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) ou a magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ); carvão coque e um fundente, calcário ( $\text{CaCO}_3$ ) é introduzida na parte superior do forno e, através da ação térmica, é obtido o ferro-gusa e a escória.

O Brasil é um dos maiores produtores de ferro e, com isso, da escória de siderurgia. Devido a uma grande quantidade de escórias produzidas pelas siderúrgicas, esse material poderia estar sendo aproveitado na agricultura, no entanto, sua maior quantidade é utilizada

como aterro ou despejadas em locais impróprios (ADATIA & BESFORD, 1986).

No Brasil, trabalhos com cana-de-açúcar evidenciaram respostas positivas (PRADO & FERNANDES, 2000), demonstrando o potencial dessa cultura para consumir parte significativa desses resíduos por ter uma vasta área cultivada, a tradição em reciclar resíduos, como a vinhaça e da torta de filtro, e a própria estrutura organizacional do setor sucroalcooleiro.

As pesquisas têm vários objetivos dentre eles o aumento de produtividade, economia de água e o aproveitamento das escórias siderúrgicas que, outrora, estavam sendo descartadas em aterros ao invés de serem reutilizadas como insumo agrícola, reduzindo o seu impacto ambiental.

A irrigação suplementar da cana-de-açúcar, nos períodos de estiagens, se faz necessário na região Nordeste, pois essa cultura sofre grandes quedas de produtividade sob condições de estresse hídrico prolongado, no entanto, deve - se buscar formas de melhorar o aproveitamento da água irrigada. Neste sentido, adicionando-se escórias siderúrgicas forma-se uma camada de silício na folha e, conseqüentemente, uma menor transpiração. Com isso, pode-se

obter uma maior eficiência do uso da água e menores custos finais de energia.

Objetivou-se avaliar a influência de doses de escória siderúrgica sobre as concentrações de micronutrientes nas folhas de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em um Argissolo Vermelho-Amarelo, franco-arenoso, sob condições de casa de vegetação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Agroindústria Tropical, localizada em Fortaleza-CE. As condições de temperatura ambiente da casa de vegetação variaram de 26,9 a 50,3°C e a umidade relativa de 26,5 a 87,1%.

Utilizou-se uma amostra superficial (0-20 cm) de um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura média, com baixo teor de silício (5 mg dm<sup>-3</sup>), extraído com ácido acético (0,5 M) e pH de 5,2 (CaCl<sub>2</sub>).

Foram utilizados rebolos (com uma gema) de cana-de-açúcar (*Sacharum spp*) pertencentes às variedades RB72454 e SP791011 as quais foram plantadas em vasos plásticos contendo 10 kg de solo. Para cada vaso, contendo um rebolo, foram adicionadas diferentes doses de escória siderúrgica (0,0; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g vaso<sup>-1</sup>).

Utilizou-se a escória de siderúrgica (silicato de cálcio e magnésio), com a seguinte composição: SiO<sub>2</sub>, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; S-SO<sub>3</sub> e MnO com 23,0; 47,7; 0,42; 0,19; 11; 0,37 e 1,8 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e Mo, Ni, Cd, Pb, Cr e Zn com 0,4; 1,0; 0,05; 0,09; 0,5 e 0,13 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; pH = 9,8.

Durante a condução do experimento foi realizado uma adubação de 40,0 mg de sulfato de zinco por vaso, 12,5 mg de sulfato de cobre por vaso, 62,5 mg de sulfato de manganês por vaso e 2,5 mg de molibdato de sódio por vaso.

As plantas foram irrigadas diariamente, repondo água suficiente para manter o solo em aproximadamente 90 % da sua capacidade de campo. Após 90 dias da emissão das brotações, as plantas foram cortadas rente ao solo e a parte aérea, secas em estufa.

Após a obtenção do peso seco, recolheram-se amostras de todas as folhas com nervuras que foram moídas em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm) e utilizadas para a determinação dos micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn) e silício. As análises dos micronutrientes seguiram as recomendações da EMBRAPA (1999).

O método para a análise foliar de silício baseou-se na determinação colorimétrica, segundo Elliott & Snyder

(1991). Para a digestão do material pesou-se 0,1 g de matéria seca foliar sem a nervura central, colocando-os em tubos de polipropileno de 50 ml. Adicionaram-se dois mililitros de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%), agitados por alguns segundos, para aumentar a eficiência de contato da substância com a solução.

Posteriormente foram colocados três mililitros de NaOH (1:1), novamente agitados por alguns segundos. Colocaram-se a seguir tampas de plástico sobre os mesmos e imediatamente levados à autoclave por uma hora a 123 °C e pressão de 1,5 atm. Após a autoclavagem, colocaram-se 45 ml de água destilada em cada tubo, completando assim o volume para 50 ml.

O extrato foi então colocado em recipientes plásticos, os quais foram fechados e mantidos em repouso durante doze horas. Após esse período, retirou-se uma alíquota de um mililitro de cada extrato, juntando-se este volume a 19 ml de água destilada, mais dois mililitros de molibdato de amônio 1:5 [(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.H<sub>2</sub>O: água destilada] para a formação do complexo amarelo ácido sílico - molíbdico [H<sub>4</sub>(SiMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub>)].

O ácido oxálico (75 g de (COOH)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O em 200 ml de água destilada) foi utilizado para a eliminação da interferência do fósforo e do ferro, na

quantidade de dois mililitros por amostra. Fez-se a leitura do silício em fotocolorímetro (comprimento de onda de 410 nm) e, imediatamente após a adição dos reagentes, uma vez que o complexo amarelo ácido sílico-molíbdico é bastante instável.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com duas variedades (RB72454, SP791011) submetidas a cinco diferentes níveis de silício (0; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g vaso de 10 kg de escória siderúrgica), com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, entre as variedades, foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, e análise de regressão para as doses escória, quando necessária. Analisaram-se as variáveis por meio do programa estatístico SAS.

Em seguida, efetuaram-se as regressões polinomiais das variáveis que se mostraram necessárias. Na escolha do tipo de regressão levaram-se em conta as seguintes observações: valor do coeficiente de determinação, significância dos coeficientes da regressão (até 5% de probabilidade pelo teste de Tukey) e significado biológico do modelo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

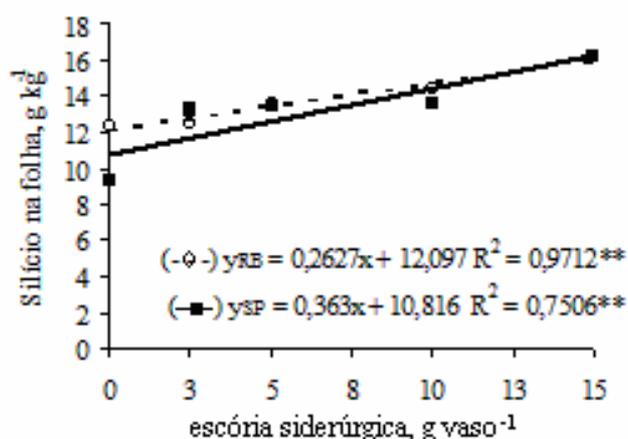
As concentrações foliares de Si da cana-de-açúcar foram afetadas pela aplicação da escória siderúrgica no solo. Além disso, houve um efeito interativo entre as variedades e os níveis de adubações com escória (Figura 1). A utilização de escória foi eficiente para aumentar a concentração de silício nas plantas, o que é importante, pois altas produtividades de cana de açúcar estão associadas às altas concentrações de Si nas folhas (MATCHENKOV & CALVERT, 2002).

A variedade RB72454 acumulou 1 g kg<sup>-1</sup> de Si nas folhas o que equivale a 7,7% a mais em relação à variedade SP791011. A variedade SP791011

acumulou 2,09 g kg<sup>-1</sup> de Si nas folhas, o que equivale a 19,2% a mais em relação à testemunha. (Figura 1).

Quando se aplicou 15 gramas de escória siderúrgica na variedade RB72454 a concentração foliar de silício foi de 16,04 g kg<sup>-1</sup>, observou-se um acréscimo de 3,94 g kg<sup>-1</sup>, o equivalente a 32,57%. Na variedade SP791011 a aplicação da mesma dose de escória siderúrgica proporcionou a concentração foliar de 16,26 g kg<sup>-1</sup>, observando-se um acréscimo de 5,44 g kg<sup>-1</sup>, o equivalente a 50,3% em relação à testemunha.

Quanto aos micronutrientes, apenas o manganês (Mn) e o ferro (Fe) foram afetados pela aplicação de escória siderúrgica (Tabela 1).



**Figura 1.** Efeito das doses de escória siderúrgica sobre a concentração Si nas folhas das variedades RB72454 e SP791011

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância das concentrações de micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn) na folha das cultivares RB e SP, em Fortaleza, no ano de 2004.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Zn	Cu	Fe	Mn
Tratamentos	4	120,4562ns	4,4547ns	5458,319**	30462,18**
Cultivares	1	769,8332*	13,4384ns	8940,565**	74476,78**
Tratamentos X Cultivares	4	227,0138ns	4,1864ns	366,856ns	7296,132ns
Resíduo	30	143,15	5,09	869,76	4474,88
CV(%)		16,26	28,16	19,74	12,05

\*\*\* F significativo aos níveis de 5 e 1%, respectivamente. ns=não significativo

Tratamentos – Cinco níveis de adubações com fonte de silício (0,000; 0,275; 0,550; 1,100 e 1,650 g SiO<sub>2</sub> vaso<sup>-1</sup>); Cultivares – Duas cultivares de cana-de-açúcar (RB 72454 e SP 791011)

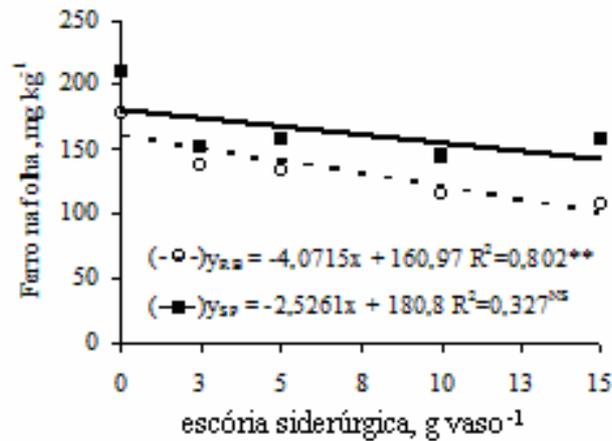
Com relação ao Fe, um possível aumento no pH, em razão da aplicação da escória, e a conseqüente diminuição de disponibilidade do Fe no solo, podem explicar a diminuição ocorrida na concentração desse elemento nas plantas (RAMOS et al., 2006).

A concentração de Fe, nas variedades RB72454 e SP791011, quando aplicados quinze gramas de escória siderúrgica por vaso, foram respectivamente 71 e 53 mg kg<sup>-1</sup> menor do que a testemunha. Tais concentrações de ferro equivalem a uma diminuição de 66,4 e 33,8% em relação à testemunha. Observou-se, ainda, a menor concentração de Fe na variedade RB72454 quando aplicado dez gramas de escória siderúrgica por vaso (Figura 2).

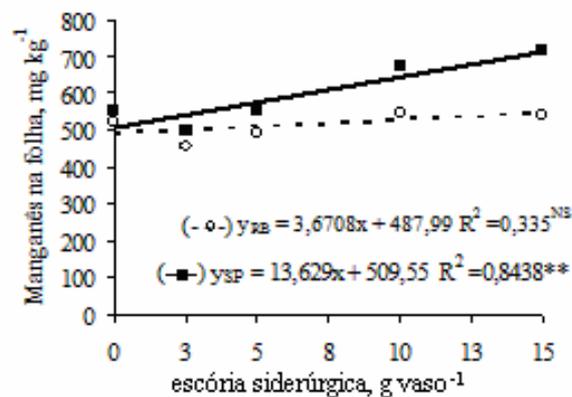
A concentração de Mn, na variedade SP791011, quando se aplicou quinze gramas de escória, foi de 711 mg kg<sup>-1</sup>, perfazendo um aumento de 159 mg kg<sup>-1</sup> em

relação à testemunha. Tal concentração equivale a um aumento de 28,8% em relação à testemunha, no entanto, para a variedade RB72454 foi observado apenas um pequeno aumento de Mn, correspondendo a 16 mg kg<sup>-1</sup>, ou 3% superior à testemunha, quando aplicou-se a mesma dosagem de escória (Figura 3).

A aplicação de escória pode ter incrementado a concentração de Mn nas folhas por aumentar a tolerância da planta à toxidez desse elemento nos tecidos. Resultados semelhantes foram observados por Iwasaki et al. (2002), que observaram maiores concentrações, apesar de não significativos, de manganês na folhas de feijão caupi que receberam escória siderúrgica em comparação às que não receberam.



**Figura 2.** Efeito das doses de escória siderúrgica sobre a concentração de ferro (C) nas folhas das variedades RB72454 e SP791011.



**Figura 3.** Efeito das doses de escória siderúrgica sobre a concentração de manganês (D) nas folhas das variedades RB72454 e SP791011.

Ao comparar os teores concentrados nas diferentes variedades, observou-se diferença significativa nas concentrações foliares de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) entre as variedades RB72454 e SP791011, sendo que a primeira apresentou maiores concentrações para Cu e Mn, os quais atingiram 2 e 86 mg kg<sup>-1</sup> respectivamente. Tais

concentrações equivalem a um aumento de 28,6 e 16,8% respectivamente, em relação à variedade SP791011 (Tabela 2).

Ao aplicar 15 gramas de escória siderúrgica por vaso na variedade RB72454, observou-se uma concentração de Zinco de 62 mg kg<sup>-1</sup>, o que corresponde a um acréscimo de 7 mg kg<sup>-1</sup>, ou 10,14%, em relação a testemunha.

**Tabela 2.** Concentrações foliares de micronutrientes em variedades da cana-de-açúcar, RB72454 e SP791011, em Fortaleza, no ano de 2004.

Var.	Doses (g escória por vaso)	Zn	Cu	Fe	Mn
		.....mg kg <sup>-1</sup> .....			
RB	0,0	69a	9a	178 <sup>a</sup>	526a
	2,5	72a	9a	138ab	454a
	5,0	73a	10a	133ab	494a
	10,0	70a	8a	116ab	544a
	15,0	62a	8a	107b	542a
	Média	69A	9B	134 <sup>a</sup>	512B
SP	0,0	81a	9a	211 <sup>a</sup>	552bc
	2,5	79a	7a	151a	501c
	5,0	64a	7a	159a	554bc
	10,0	86a	8a	144a	673ab
	15,0	79a	6a	158a	711a
	Média	78B	7A	164A	598A

Médias seguidas de mesma letra minúscula para doses, e mesma letra maiúscula entre variedades, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Na variedade SP791011, ao se a mesma dosagem de escória de siderúrgica, houve um aumento de 2 mg kg<sup>-1</sup> em relação ao tratamento que não recebeu nenhuma dose de escória. (Tabela 2)

Em relação ao micronutriente Cu, quando se aplicou as 15 gramas de escória, a concentração na variedade RB72454 foi de 8 mg kg<sup>-1</sup>. Observou-se um decréscimo de 1 mg kg<sup>-1</sup>, o que equivale a uma redução de 2,47% em relação a testemunha. Na variedade SP791011 a concentração de Cu atingiu 6 mg kg<sup>-1</sup>, o que corresponde a um decréscimo de 3 mg kg<sup>-1</sup>, ou de 33,33%, em relação ao tratamento que não recebeu nenhuma dose de escória (Tabela 2).

Estas diferenças podem estar relacionadas com as variações de

eficiências de utilização e absorção desses micronutrientes pelas variedades, visto que a variedade RB72454 foi mais eficiente na absorção do cobre e manganês, enquanto que a SP791011 foi mais eficiente na absorção do zinco com 9 mg kg<sup>-1</sup>, equivalendo a 13% a mais em comparação a RB72454. Todavia, Elas não diferiram quanto à absorção do ferro (Tabela 2).

#### 4. CONCLUSÕES

A aplicação de escória siderúrgica no solo aumentou as concentrações foliares de Si e provocou um aumento na concentração foliar do Mn.

Também influenciou na redução da concentração foliar do Fe nas variedades SP791011 e RB72454 respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plant grown in recirculating nutrient solution. **Annals of Botany**. London, v. 58, p. 343-351, 1986. [s.n.].
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture. Studies in plant Science**. Amsterdam: Elsevier, 403 p. 2001.
- DEFELIPO, B. V.; NOGUEIRA, A. V.; LOURES, E. G.; Alvarez, V.V.H. Eficiência agronômica de um resíduo de indústria siderúrgica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, 16:127-31. 1992.
- ELLIOTT, C. L.; SNYDER, G. H. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. **Journal of Agricultural Food Chemistry**. Washington. v. 39, p. 1118-1119. 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 212p. 1999.
- IWASAKI, K.; Maier, P.; Fecht, M.; Horst, W. J. Effects of silicon supply on apoplastic manganese concentrations in leaves and their relation to manganese tolerance in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Plant and Soil**. v. 238, n. 2, p. 281-288. 2002.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M.S. Papel do silício na produção da cana-de-açúcar. **STAB Açúcar e Álcool e Subprodutos**. v. 21, p. 6-9. 2002.
- MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificações e fatos**. Piracicaba: Produ Quimica, 153p. 1994.
- MATCHENKOV, V. V.; CALVERT, D. V. Silicon as a beneficial element for sugarcane. **Journal American Society of Sugarcane Technologists**. v. 22, p. 21. 2002.
- ORLANDO F., J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. & OLIVEIRA, E.A.M. (eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ/ USP, 1993.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Eficiência da escória de siderurgia em Areia Quartzosa na nutrição e na produção de matéria seca de cana-de-açúcar cultivada em vaso. **STAB**. Piracicaba, v. 18, n. 4, p. 36-39. 2000.
- QUAGGIO, J. A. **A acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 111p. 2000.
- RAMOS, L. A.; NOLLA, A.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S.. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 30, p. 849-857. 2006.
- ROSS, L.; NABABSING, P.; WONG YOU CHEONG, Y. 1974. Residual effect of calcium silicate applied to sugarcane soils. In: International Cong. the Soc. Sugar Cane Technol. 15, Durban, **Proc.**, v. 15 n. 2 p. 539-542.
- THANGAVELU, S.; RAO K. C. 2002. Uptake of silicon in sugarcane genetic stocks and its association with the uptake of other nutrients and cane and sugar yield. **Indian Sugar**. 51, 12, p. 859-864.

THIAGO, L. R. L. S.; VIEIRA, J. M. 2002. Cana - de - açúcar: **Uma alternativa de alimento para a seca.** Comunicado Técnico. EMBRAPA gado de corte. COT Nº. 73. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>>. Acesso em: 15 ago. 2008.

VILELA, H.; ANDRADE, R. A.; VILELA, D. 2007. **Efeito de níveis de Silmag (Silicato) sobre a correção do solo, produção e valor nutritivo do Capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum*).** Agronomia o portal da ciência e tecnologia. Disponível em: <[http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos\\_efeitos\\_niveis\\_silmag.htm](http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_efeitos_niveis_silmag.htm)> Acesso em: 16 ago. 2008.