

TEOR DE MICRONUTRIENTES E DE SILÍCIO EM FOLHAS DE CANA-DE-AÇÚCAR EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE ESCÓRIA SIDERÚRGICA NO SOLO

Lúcio Bastos MADEIROS (1); Andreia de Oliveira VIEIRA (2); Boanerges Freire de AQUINO (3); Victor Martins Parízio GUABIRABA (4); José Djalma Alves de Araújo BEZERRA (5)

(1) IFAL; Campus Marechal Deodoro; R. Lorival Alfredo, Poeira, Marechal Deodoro/AL, CEP: 57.160-000;
e-mail: lucioagron@gmail.com

(2) IFMT; Campus Campo Novo do Parecis; Rod. MT 235, Km 12, Campo Novo do Parecis/MT, CEP: 78360-000;
e-mail: andreiaagronomia@hotmail.com

(3) UFC; Campus do Pici, Departamento de Ciências do Solo, Fortaleza/CE, CEP: 60021-970;
e-mail: aquino@ufc.br

(4) IFAL; Campus Marechal Deodoro; R. Lorival Alfredo, Poeira, Marechal Deodoro/AL, CEP: 57.160-000;
e-mail: gabbydantas@hotmail.com

(5) IFAL; Campus Marechal Deodoro; R. Lorival Alfredo, Poeira, Marechal Deodoro/AL, CEP: 57.160-000;
e-mail: js.djalma@hotmail.com

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 após 90 dias de germinação. 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 15,0g vaso⁻¹) e duas cultivares 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 cultivares 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 cultivar RB72454 acumulou mais Si que a cultivar SP791011.

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

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; PEREIRA; CAMARGO, 2002).

A resposta da cana-de-açúcar ao silício é favorável, particularmente nos solos pobres com esse elemento. Ross; Nababsing e Wong (1974) citam uma exportação de até 408 kg ha⁻¹ de SiO₂ para uma produtividade de 74 t ha⁻¹ 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; Snyder e Korndörfer (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) demonstraram que existe uma grande variabilidade genética quanto à capacidade das cultivares 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 consequências naturais advindas dos desarranjos metabólicos, ocasionado pela carência desses microelementos (ORLANDO FILHO, 1993).

As escórias siderúrgicas são resíduos da siderurgia produtora de ferro, através de processamento em altas temperaturas, geralmente acima de 1900 °C. Neste processo, uma carga composta por minério de ferro, como a hematita (Fe₂O₃), a limonita (Fe₂O₃.2H₂O) ou a magnetita (Fe₃O₄); carvão coque e um fundente, calcário (CaCO₃) 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 cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) após 90 dias de germinação, em um ARGISSOLO Vermelho-Amarelo, sob condições de casa-de-vegetação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com as cultivares (RB72454, SP791011) submetidas a cinco diferentes níveis de silício (0; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g por vaso), com quatro repetições.

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⁻³), extraído com ácido acético (0,5 M) e pH de 5,2 (CaCl₂).

Foram utilizados rebolos (com uma gema) de cana-de-açúcar (*Sacharum spp*) pertencentes às cultivares 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; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g vaso⁻¹).

Utilizou-se a escória de siderúrgica (silicato de cálcio e magnésio), com a seguinte composição: SiO₂, CaO, P₂O₅; K₂O; Fe₂O₃; S-SO₃ e MnO com 23,0; 47,7; 0,42; 0,19; 11; 0,37 e 1,8 dag kg⁻¹, 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⁻³, 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 H₂O₂ (30%), agitados por alguns segundos, para aumentar a eficiência de contato da substância com a solução.

Posteriormente foram colocado 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 [(NH₄)₆Mo₇O₂₄.H₂O: água destilada] para a formação do complexo amarelo ácido sílico-molibdico [H₄(SiMo₁₂O₄₀)].

O ácido oxálico (75 g de (COOH)₂.H₂O 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 fotolorímetro (comprimento de onda de 410 nm) e, imediatamente após a adição dos reagentes, uma vez que o complexo amarelo ácido sílico-molibdico é bastante instável.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, com duas cultivares (RB72454, SP791011) submetidas a cinco diferentes níveis de silício (0; 2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 g por vaso de 10 kg de escória siderúrgica), com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, entre as cultivares, 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 cultivares e os níveis de escória (Figura 1). A utilização deste resíduo da siderurgia 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 cultivar RB72454 acumulou 1 g kg⁻¹ de Si nas folhas o que equivale a 7,7% a mais em relação a cultivar SP791011. A cultivar SP791011 acumulou 2,09 g kg⁻¹ de Si nas folhas, o que equivale a 19,2% a mais em relação à testemunha. (Figura 1).

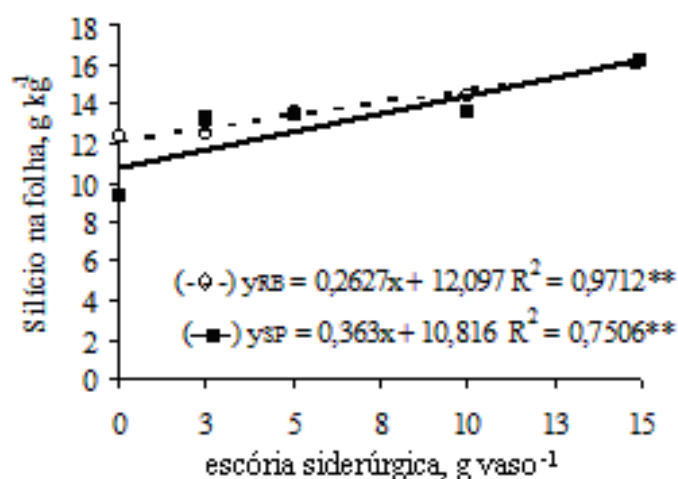


Figura 1 – Teor de Si nas folhas de cana-de-açúcar em função das cultivares RB (linha tracejada) e SP (linha contínua) e das doses de escória siderúrgica

Quando se aplicou 15 gramas de escória siderúrgica na cultivar RB72454 à concentração foliar de silício foi de 16,04 g kg⁻¹, observou-se um acréscimo de 3,94 g kg⁻¹, o equivalente a 32,57%. Na cultivar SP791011 a aplicação da mesma dose de escória siderúrgica proporcionou a concentração foliar de 16,26 g kg⁻¹, observando-se um acréscimo de 5,44 g kg⁻¹, 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). 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).

Tabela 1 - Resumo das análises de variância das concentrações de micronutrientes (Zn, Cu, Fe e Mn) na folha das cultivares RB e SP

| Causas de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|-------------------------------|----|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Zn | Cu | Fe | Mn |
| Doses de escória | 4 | 120,4562 ^{ns} | 4,4547 ^{ns} | 5458,319** | 30462,18** |
| Cultivares | 1 | 769,8332* | 13,4384 ^{ns} | 8940,565** | 74476,78** |
| Doses de escória X Cultivares | 4 | 227,0138 ^{ns} | 4,1864 ^{ns} | 366,856 ^{ns} | 7296,132 ^{ns} |
| 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 SiO₂ vaso⁻¹); Cultivares – Duas cultivares de cana-de-açúcar (RB72454 e SP791011)

A concentração de Fe, nas cultivares RB72454 e SP791011, quando aplicados quinze gramas de escória siderúrgica por vaso, foram respectivamente 71 e 53 mg kg⁻¹ 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 cultivar RB72454 quando aplicado dez gramas de escória siderúrgica por vaso (Figura 2).

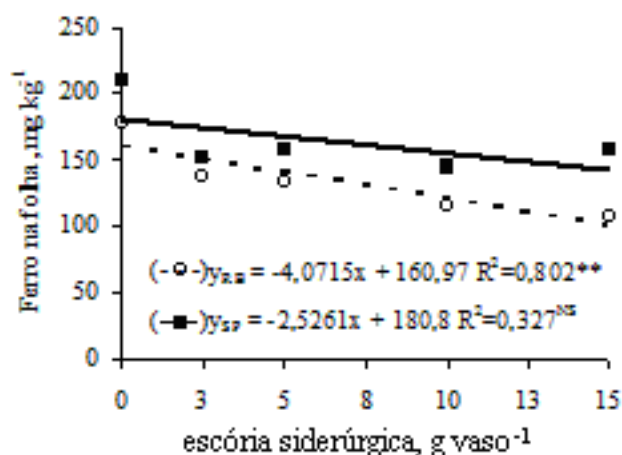


Figura 2 – Teor de Fe nas folhas da cana-de-açúcar em função das cultivares RB (linha tracejada) e SP (linha contínua)

A concentração de Mn, na cultivar SP791011, quando se aplicou quinze gramas de escória, foi de 711 mg kg⁻¹, perfazendo um aumento de 159 mg kg⁻¹ em relação à testemunha. Tal concentração equivale a um aumento de 28,8% em relação à testemunha, no entanto, para a cultivar RB72454 foi observado apenas um pequeno aumento de Mn, correspondendo a 16 mg kg⁻¹, ou 3% superior à testemunha, quando aplicou-se a mesma dosagem de escória (Figura 3).

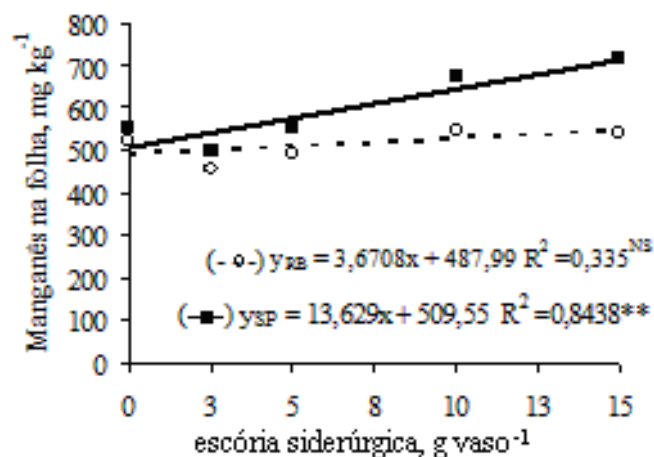


Figura 3 - Efeito das doses de escória siderúrgica sobre a concentração de manganês nas folhas das cultivares RB (linha tracejada) e SP (linha contínua)

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 significativas, de manganês na folhas de feijão caupi que receberam escória siderúrgica em comparação às que não receberam.

Ao comparar os teores concentrados nas diferentes cultivares, observou-se diferença significativa nas concentrações foliares de zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn) entre as cultivares RB72454 e SP791011, sendo que a primeira apresentou maiores concentrações para Cu e Mn, os quais atingiram 2 e 86 mg kg⁻¹ respectivamente. Tais concentrações equivalem a um aumento de 28,6 e 16,8% respectivamente, em relação a cultivar SP791011 (Tabela 2).

Tabela 2 - Concentrações foliares de micronutrientes em cultivares da cana-de-açúcar, RB72454 e SP791011

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

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

Ao aplicar 15 gramas de escória siderúrgica por vaso na cultivar RB72454, observou-se uma concentração de Zinco de 62 mg kg⁻¹, o que corresponde a um acréscimo de 7 mg kg⁻¹, ou 10,14%, em relação a testemunha. Na cultivar SP791011, ao se usar a mesma dosagem de escória de siderúrgica, houve um aumento de 2 mg kg⁻¹ 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 cultivar RB72454 foi de 8 mg kg⁻¹. Observou-se um decréscimo de 1 mg kg⁻¹, o que equivale a uma redução de 2,47% em relação a testemunha. Na cultivar SP791011 a concentração de Cu atingiu 6 mg kg⁻¹, o que

corresponde a um decréscimo de 3 mg kg⁻¹, 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 cultivares, visto que a cultivar 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⁻¹, 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 aumenta as concentrações foliares de Si e Mn e reduz a concentração foliar de Fe nas cultivares SP791011 e RB72454.

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, 403p. 2001.

DEFELIPO, B. V.; NOGUEIRA, A. V.; LOURES, E. G.; ALVAREZ, V. V. H. Eficiência agrônômica 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. **Manual de métodos de análise de solo**. 3º ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 212p. 1999.

IWASAKI, K.; MAIER, P.; FECHT, M.; HORST, W. J. 2002. 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

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M.S. 2002. Papel do silício na produção da cana-de-açúcar. **STAB Açúcar e Alcool e Subprodutos**. v. 21, p. 6-9.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental**: micronutrientes e metais pesados: mitos, mistificações e fatos. Piracicaba: ProduQuímica.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 Y. C. Y. 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. 1974.

THANGAVELU, S.; RAO K. C. 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. 2002.

THIAGO, L. R. L. S; VIEIRA, J. M. **Cana-de-açúcar:** Uma alternativa de alimento para a seca. Comunicado Técnico. EMBRAPA gado de corte. COT Nº. 73. 2002. Disponível em: <<http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>>. Acesso em: maio de 2010.

VILELA, H.; ANDRADE, R. A.; VILELA, D. 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.** 2007. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_efeitos_niveis_silmag.htm> Acesso em: maio de 2010.