

Zinco na Nutrição e na Produção de Colmos da Terceira Soqueira de Cana-de-Açúcar Cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo

*R. T. Costa Filho e **R. de M. Prado

RESUMO

O zinco constitui um dos micronutrientes destaque para a elavação da produtividade das culturas em solos tropicais, entretanto, são escassas as informações para soqueira de cana-de-açúcar. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de doses de zinco na nutrição, crescimento e na produção de colmo da terceira soqueira de cana-de-açúcar. O experimento foi instalado na Fazenda Flora, em Uberlândia-MG, em um Latossolo Vermelho Amarelo (V=58%; Zn=0,6 mg dm⁻³, em DTPA), na terceira soqueira da cana-de-açúcar cv. SP79-1011. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro doses de zinco (0, 5, 10, 15 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de zinco (22% Zn) e cinco repetições. O zinco foi aplicado aos trinta dias após a emergência dos brotos (janeiro/2003), ao lado das linhas de cana, numa profundidade de 10 cm. Aos oito meses após a brotação da soqueira realizou-se a amostragem do solo e das folhas para determinar os teores de zinco e também a altura das plantas. Aos onze meses após a brotação, realizou-se a colheita dos colmos. A aplicação de zinco em soqueira de cana-de-açúcar proporcionou incrementos nos teores de zinco no solo e nas folhas, entretanto, não afetou o crescimento e a produção de colmos.

Palavras-Chave: *Saccharum* spp; Zn foliar e no solo; doses de Zn; micronutriente.

SUMMARY

The zinc constitutes one of the micronutrients out standing for the yielding of the crops in tropical area, however, it is scarce the information about sugar cane rattons. The purpose of this work was to evaluate the effect of doses of zinc in the nutrition, growth cane yield on the third sugar cane ratoon. The

trial was carried out in Uberlândia-MG, Brazil, on a Yellow Red Latosol (Zn=0,6 mg dm⁻³, in DTPA), cultivating the third of sugar cane ratoon cv. SP79-1011. A randomized block design with four doses of zinc (0, 5, 10, 15 kg ha⁻¹) as zinc sulphate (22% Zn) and five replications was used. The zinc was applied at thirty days after the emergency of the sprouts (january/2003), to the side of the rows, in a depth of 10 cm. To the eight months after the beging of emergence of the ratoon, samples of soil and leaves were done to determine zinc content. During the trial harvest, height of of stalks and t cane/ha were determined. The treatments provided increments in soil and leaf zinc contents, however, they did not affect the 3rd ratoon growth and cane yield.

Key-words: *Saccharum* spp; ratoon; soil and leaf Zn content; doses of Zn; micronutrient.

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar sendo uma das culturas de grande importância socioeconômica para o Brasil, tem como principais derivados, o açúcar como alimento e o álcool hidratado e anidro fundamentalmente necessários ao mercado mundial. Na média 55% da cana brasileira se transforma em álcool e 45% em açúcar. Outros produtos também oriundos dessa cultura e que devem ser destacados, são a aguardente, o bagaço que é usado como fonte de energia, a vinhaça, usada como fertilizante, o plástico e o papel (Sousa et al., 1999).

A produtividade da cana-de-açúcar é influenciado pela disponibilidade de nutrientes pelo solo, portanto, a adubação é importante para a cultura (Azevedo, 2002), como a dos micronutrientes (Korndörfer et al., 1995).

A maioria dos solos tropicais tem baixa disponibilidade de micronutrientes, principalmente zinco e boro ocasionado pela baixa fertilidade natural desses solos, alto grau de intemperização e também pelo manejo inadequado, como excesso de calagem (ou incorporação superficial do calcário) e mesmo de adubação (fosfatada). Em sistemas com cultivo de cana-de-açúcar, Tokeshi (1991),

acrescenta que o micronutriente é influenciado, além da correção da acidez do solo, pela variedades, água disponível e pelas atividades dos microorganismos. Uma elevada proporção de Zn pode se verificar como formas trocáveis nas argilas e na matéria orgânica. O Zn pode ser adsorvido nas formas de Zn⁺² e estima-se que de 30-60% do zinco adsorvido esteja preso ao Fe₂O₃ hidratado (Malavolta, 1980). O zinco é responsável direto pela síntese do triptofano, um precursor da auxina-AIA, e indiretamente pela síntese de proteínas com evidências de que este nutriente atua no metabolismo do nitrogênio (Malavolta et al., 1997). Epstein (1975), acrescenta que o zinco é exigido para manutenção desta auxina em um estado ativo e não para sua síntese, sendo seu principal efeito no crescimento vegetal.

A carência de Zn no solo pode ser evidenciada pela grande freqüência com que aparecem as deficiências em diferentes culturas como: citrus, cafeeiro, eucaliptos, cana-de-açúcar, arroz, mandioca e principalmente o milho (Malavolta, 1980). Entretanto, na literatura os resultados são contraditórios, tendo ausência de efeito do zinco na produção da cana-de-açúcar (Alvarez et al., 1979) e outros com resultados positivo do micronutriente (Marinho & Albuquerque, 1981; Cambria et al., 1989; Veluchamy et al., 1994; Garside, 1997; Orlando Filho, citado por Orlando Filho et al., 2001). A cana-de-açúcar, para a produção de 100 t de colmo, extrai e exporta 592g, sendo 369g para o colmo e 223g para a folha (Orlando Filho, 1993). Resultados semelhantes foram obtidos por Malavolta et al. (1997), indicando acúmulo no colmo de 500g de Zn para 100 t de colmos e nas folhas acúmulo de 220 g de Zn para 25 t de folhas. Vallejo-Torres & Lopez-Hernandez (2001) verificaram que nas cinzas de cana-de-açúcar está mobilizado 281 g Zn ha⁻¹, que retorna ao solo, a cada ciclo de produção. Spironello et al. (1996) no Estado de São Paulo, indicam a aplicação de Zn na cana-de-açúcar com teor baixo de Zn no solo (< 0,5 mg dm⁻³). Korndörfer et al. (1999), também indicam a aplicação de zinco em cana-de-açúcar nas áreas deficientes do nutriente, especialmente em solos arenosos

* UFPI/CCA-Depto. de Fitotecnia, Teresina-PI, tomaz@ufpi.br

** UNESP, Campus Jaboticabal, Depto. Solos e Adubos, Jaboticabal, SP, rmp Prado@fcav.unesp.br

e baixo teor de matéria orgânica. Assim, a prática da adubação é importante, para manter adequado o estado nutricional da cana-de-açúcar, que ocorre com teor de Zn na folha de 10–50 mg kg⁻¹ (Raij & Cantarella, 1996). Apesar da importância da adubação com micronutrientes, existem poucas pesquisas que trata dos efeitos do zinco na cana-de-açúcar (Demattê, 1995), e devido a importância da cultura a economia nacional, as pesquisas com esse tema deverá ser incrementada (Orlando Filho et al., 2001). Diante deste contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de zinco na nutrição, no crescimento e na produção de terceira soqueira de cana-de-açúcar cultivada em um Latossolo Vermelho Amarelo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área da Fazenda Experimental Flora, no município de Uberlândia-MG, na terceira soqueira da cana-de-açúcar cv. SP-79-1011, no período de janeiro de até novembro de 2003, em um Latossolo Vermelho Amarelo, cujas as características químicas estão apresentadas na Tabela 1, determinado conforme método químico descrito por Raij et al. (2001). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw megatérmico, com chuvas no verão (outubro a março) e seca no inverno (maio a setembro) com temperatura média anual de 22°C (ROSA et al., 1991). No local do experimento, avaliou-se dados pluviométrico mensal, no período de janeiro até dezembro, tendo os seguintes valores: 500; 181; 302; 90; 57; 0; 5; 6; 41; 79; 153 e 217 mm, respectivamente.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro doses de zinco (0, 5, 10, 15 kg ha⁻¹) na forma de sulfato de zinco (22% Zn) e cinco repetições. A unidade experimental foi constituída por 4 linhas de 5 metros de comprimento e espaçamento entre linhas de 1,3 metros e considerou-se como área útil apenas as duas linhas centrais e desprezado-se 0,5 metros de cada extremidade (Tabela 1).

Na ocasião da aplicação dos tratamentos (zinco), realizou-se a adubação básica com a aplicação de 80 kg ha⁻¹ de N (uréia), 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 110 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), aplicados aos 30 dias após a emergência dos brotos ao lado da linha da cultura da soqueira, incorporado no máximo com 10 cm de profundidade, conforme indicações de Spironello et al. (1997).

Aos oito meses após a brotação da terceira soqueira realizou-se a amostragem do solo para análise dos teores de zinco com base na metodologia preconizada por Raij et al. (2001). Nesta época, realizou-se a amostragem foliar, coletando 20 cm central da folha+1, excluía a nervura central (Raij & Cantarella, 1997), para análise química do teor de Zn foliar, que seguiu a metodologia adotada por Bataglia et al. (1983).

O ensaio foi colhido aos 12 meses de idade, onde determinaram a altura dos colmos, pelo método do dew-lap e a produtividade dos colmos (t cana/ha).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e também a regressão polinomial a nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de zinco, incrementou significativamente o teor de zinco no solo e na folha da soqueira da cana-de-açúcar (Tabela 2).

Assim, observou-se que a aplicação de zinco promoveu um incremento linear no teor desse nutriente do solo (Figura 1a). E nota-se que houve uma boa relação ($R^2=0,88^{**}$) entre as doses de zinco aplicado e o Zn determinado no solo, indicando a adequabilidade do DTPA na extração do micronutriente. Cabe salientar, ainda, que a recuperação do zinco aplicado ao solo, visto pelo coeficiente angular da reta, foi de 51%, maior que o obtido por Barman et al. (1998), que foi de até 31%, usando o mesmo extrator, e ao de Couto et al. (1992), que obtiveram recuperação de 40% com o extrator Mehlich-1. Esta diferença

se deve, possivelmente, ao uso de solos distintos e ao tempo de cultivo, de forma que a duração dos ensaios influi nas taxas de recuperação de Zn.

Nas plantas, notou-se que a aplicação de zinco, promoveu um incremento quadrático no teor de Zn foliar (Figura 1b). Isto ocorreu pelo fato que a aplicação de zinco, proporcionou o incremento no teor de zinco no solo, conforme visto anteriormente. Houve um incremento de cerca de 150% no teor de Zn foliar com a adubação com esse nutriente na soqueira de cana-de-açúcar.

Assim, o emprego de doses de Zn, 5 até 15 kg ha⁻¹, foi elevado o teor do micronutriente de 10 até 25 mg kg⁻¹, atingindo a faixa considerado adequado para cana-de-açúcar (10-50 mg kg⁻¹), segundo Raij & Cantarella (1996), entretanto, para outros autores, apenas a maior dose utilizada do Zn foi suficiente para que o teor do micronutriente, atingisse o nível adequado (25-30 mg kg⁻¹) em soqueiras de cana-de-açúcar no Brasil (Malavolta et al., 1997) nos Estados Unidos/Flórida (16-32 mg kg⁻¹) (El Wali & Gasho, 1984), para mesma folha diagnóstica (+1). Malavolta et al. (1997) indicam que a faixa adequada para o teor de Zn em cana-de-açúcar é maior em cana-planta (25-50 mg kg⁻¹), comparado a cana-soca (25-30 mg kg⁻¹). O fato das soqueiras ao apresentarem menor teor de zinco nos tecidos, comparado a cana-planta, é um indicativo de maior tolerância a menor disponibilidade de zinco no solo, sem que ocorra prejuízo na produtividade.

Apesar da aplicação de zinco ter influenciado o estado nutricional em Zn da soqueira de cana-de-açúcar, entretanto, não refletiu no crescimento (altura) e na produção de colmos da cultura (Tabela 2). Estes resultados, estão de acordo com Alvarez et al. (1979) que não verificaram efeitos do zinco na produção da cana-de-açúcar e também com Spironello et al. (1996) pois relataram que em solos com teor de Zn maior que 0,5 mg dm⁻³, não é indicado a aplicação do micronutriente na cana-de-açúcar, embora no presente trabalho, o teor do nutriente no solo (0,6 mg dm⁻³), esteja próximo do valor limiar baixo (<0,5 mg dm⁻³), é considerado médio (0,6-1,2 mg dm⁻³), segundo Raij et al. (1997). Por outro lado, os resultados desse trabalho discorda de Marinho & Albuquerque (1981); Cambria et al. (1989); Veluchamy et al. (1994); Garside (1997) que indicam efeito positivo do micronutriente na produção da cana-de-açúcar (figura 1).

Algumas hipóteses podem contribuir para explicar a ausência da resposta da soqueira da cana-de-açúcar à aplicação de zinco, como a ciclagem constante dos micronutrientes

Tabela 1 – Características químicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade, coletada na entrelinha da soqueira.

pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T	V
	CaCl ₂ g dm ⁻³	resina	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%
5,2	17	10	0,7	19	8	20	27,7	47,7	58
B		Cu			Fe		Mn		Zn
		-----mg dm ⁻³ -----							
0,15		0,4			21		1,9		0,6

Tabela 2- Efeito das doses de zinco no teor de zinco do solo, da folha, na altura e na produção de colmos da soqueira de cana-de-açúcar.

Doses de Zn (kg/ha)	Zn-solo (mg/dm ³)	Zn-folha (mg/kg)	Altura (m)	Produção de colmo(t/ha)
0	0,60	9,8	1,50	51,6
5	0,62	10,0	1,58	55,4
10	0,84	14,0	1,66	55,0
15	1,18	25,0	1,80	54,0
F	11,63**	28,25**	2,57 ^{ns}	0,77 ^{ns}
CV(%)	21,8	20,4	10,3	8,0

** e ns: Significativo ao nível de 1% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente.

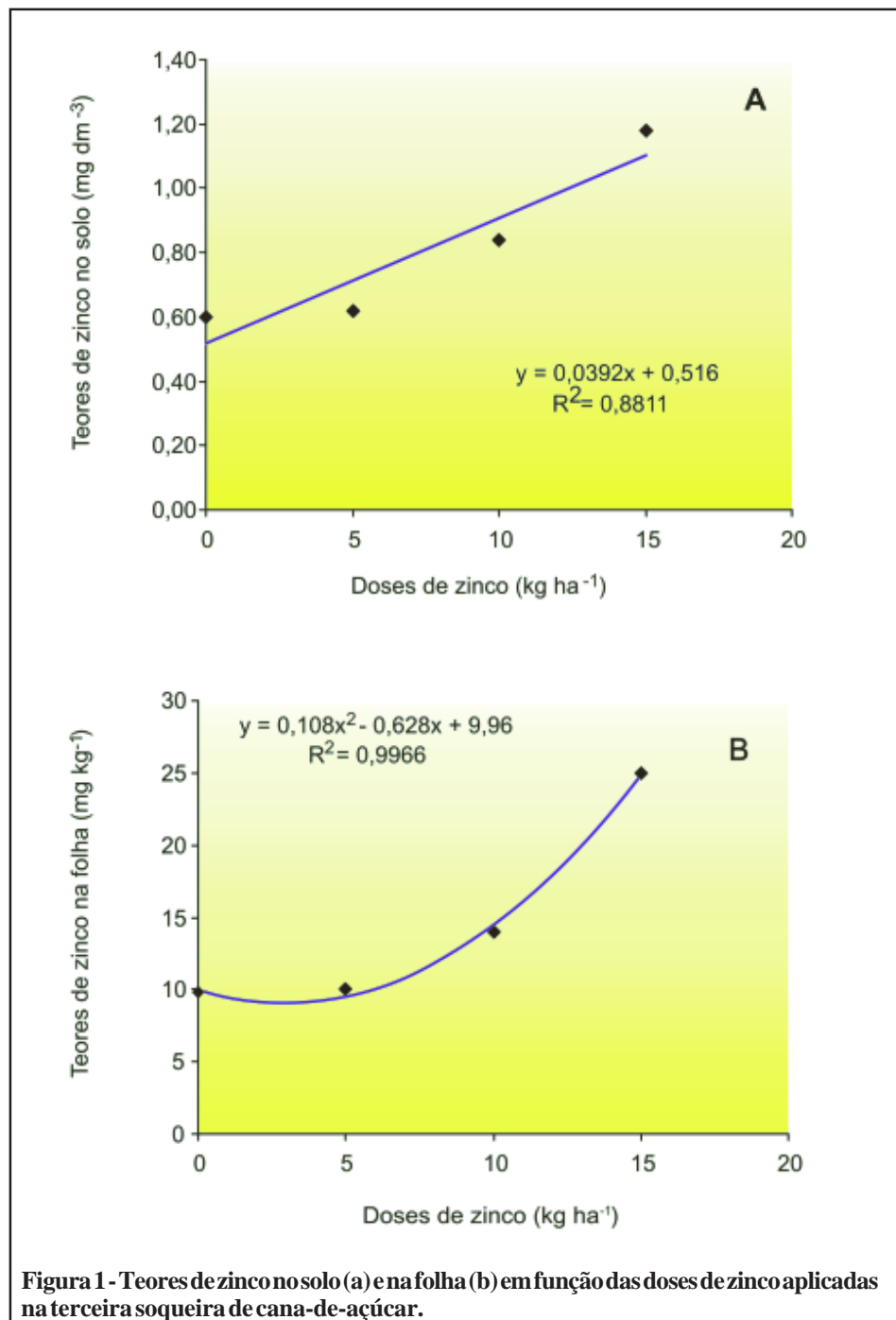


Figura 1 - Teores de zinco no solo (a) e na folha (b) em função das doses de zinco aplicadas na terceira soqueira de cana-de-açúcar.

no sistema de produção, com a queima da cana, pois Vallejo-Torres & Lopez-Hernandez (2001) relataram que as cinzas contêm uma parte importante dos micronutrientes como o zinco, que retorna ao sistema, afetando a fertilidade de solo. Uma outra hipótese, relatado por Tokeshi (1991), indica que a cana-de-açúcar tendo um sistema radicular profundo, permite a absorção do micronutriente nas camadas subsuperficiais, especialmente na época seca, e as camadas superficiais do solo, não retratam bem essa realidade da disponibilidade de micronutrientes pela cultura.

Pelos resultados obtidos no trabalho, pode-se inferir que outros estudos são necessários para avaliar os efeitos do zinco nas soqueiras de cana-de-açúcar, considerando solos com teor de Zn menor que 0,6 mg dm⁻³ (em DTPA) e que seja avaliado o perfil do solo, abaixo da camada de 0-20 cm de profundidade.

CONCLUSÃO

A aplicação de zinco em soqueiras de cana-de-açúcar foi eficiente para incrementar os teores de zinco no solo (0,6 até 1,2 mg dm⁻³) e na folha (9,8 até 25 mg kg⁻¹), entretanto, não afetou o crescimento e a produtividade de colmos da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R. WUTKE, A.C.P.; ARRUDA, H.V.; GODOY JR., G. Adubação da cana-de-açúcar. XV. Experimentos com micronutrientes nas regiões canavieiras do Estado de São Paulo. *Bragantia*, v.31,n.3,p.19-25,1979.
- AZEVEDO, H. M. de, **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba**. Campina Grande: UFCG, 2002. 112p. Tese Doutorado.
- BARMAN, K.K.; GANESHAMURTHY, A.N.; TAKKAR, P.N. Zinc requirement of soybean (*Glycine max*) – wheat (*Triticum aestivum*) cropping sequence in some swell-shrink soils. *Indian Journal of Agricultural Science*, v.68, n.12, p.759-761, 1998.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas. SP. Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim técnico, 100).
- CAMBRIA, S.; BONI, P.S.; STRABELLI, J. Estudos preliminares com micronutrientes:

- zinco. **Boletim Técnico Copersucar**, v.46,p.12-17, 1989.
- COUTO, C.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Níveis críticos de zinco no solo e na planta para o crescimento de milho em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.16, n.1, p.79-87, 1992.
- DEMATTE, J.L.I. Recuperação e manutenção da fertilidade do solo. Cultura da cana-de-açúcar. **Informações agronômicas**, n.111, 2005.
- EL WALI, A.M.O.; GASHO, G.J. Fertilization of sugarcane using critical nutrient levels. **Sugar J.**, v.46,p.9-11, 1984.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução e notas de E. Malavolta. Rio de Janeiro. 1975. 344p.
- GARSIDE, A.L. Nutrient management in sugarcane in Haryana State: key to improved sugar production. In: DANG, Y.P. et al. Eds. Sugarcane: research towards efficient and sustainable production. Proceedings of the Sugar 2000 Symposium. Brisbane. 1997.p.203-205.
- KORNDÖRFER, G.H.; RIBEIRO, A.C.; ANDRADE, L.A.B. **Cana-de-açúcar**. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, p.285-288.1999.
- KORNDÖRFER, G.H. BENEDINI, M.S.; ROCHA, A.C.; FERREIRA NETO, D.A. Avaliação de três variedades de cana (*Saccharum officinarum*), submetidas a adubação com micronutrientes. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.14,p.23-26, 1995.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ª Ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997.319p.
- MARINHO, M.L.; ALBUQUERQUE, G.A.C. Efeito do cobre e do zinco na produção de cana-de-açúcar em solos de tabuleiros de Alagoas. **Brasil Açucareiro**, v.98,p.41-50, 1981.
- ORLANDO FILHO, 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, p.133-146, 1993.
- ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; CASAGRANDE, A.A. **Cana-de-açúcar**. In: **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. Van.; ABREU, C.A (Eds.). Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFÓS. p.355-374, 2001.
- RAIJ, B. Van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação de fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.
- RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H. **Outras culturas industriais**. In: RAIJ, B. VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª edição. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 233-239. (Boletim técnico, 100).
- RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; ABREU, C.A. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª edição. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 1-12. (Boletim técnico, 100).
- ROSA, R.; LIMA, S. C; ASSUNÇÃO, W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). **Sociedade & Natureza**. EDUFU, 3 (5 e 6): 91-108, Uberlândia, 1991.
- SPIRONELLO, A.; RAIJ, B. van; PENATTI, C. P.; CANTARELLA, H.; MORELLI, J. L.; ORLANDO FILHO, J.; LANDELL, M. G. A.; ROSSETTO, R. **Cana-de-açúcar**. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. 2 ed. rev. atual. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo/ Fundação IAC, 1997. p.237-239. (Boletim técnico, 100).
- TOKESHI, H. **Cana-de-açúcar**. In: **Micronutrientes na agricultura**. FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (Eds.). Piracicaba: POTAFÓS. p.485-499, 1991.
- VALLEJO-TORRES, O.; LOPEZ-HERNÁNDEZ, D. Micronutrient content in sugar-cane ash and its effects on a sugar-cane agroecosystem. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v.32, p.409-419, 2001.
- VELUCHAMY, M.; MUTHUKRISHNAN, A.; SIVARAMAN, S.; VIJAYARAM, M. Influence of zinc and iron micronutrients on yield and quality of sugarcane. **Fertilizer News**, v.39,p.39-41, 1994.