

# Propriedades químicas do solo e produtividade da cana-de-açúcar em função da adição da palhada de colheita, calcário e vinhaça em superfície (sem mobilização)

## Soil chemical proprieties and sugar cane yield after surface application of sugar cane straw, limestone and vinasse

Ronaldo Tsuyoshi Watanabe<sup>1</sup>; Roberto Antunes Fioretto<sup>2\*</sup>;  
Emilio Rodolfo Hermann<sup>3</sup>

### Resumo

---

O objetivo deste trabalho foi avaliar, sob condição de campo, os resultados obtidos em laboratório, com a aplicação de vinhaça e calcário sobre a palhada a cana-de-açúcar, a fim de propiciar alteração química no solo, sem mobilização do mesmo, como planta indicadora, utilizou-se a cana-de-açúcar de 3º corte, variedade RB 85-5536, num delineamento em blocos casualizados com 4 repetições. Foram aplicados quatro tratamentos, combinando-se diferentes modos de aplicações entre calcário calcítico (4 t/ha) x vinhaça (300 m<sup>3</sup>/ha) x palhada (8,8 t/ha). Apesar de não ter havido diferença significativa para o rendimento agrícola, apenas a manutenção da palhada sobre solo propiciou ganhos de 10 t/ha em relação à área sem palha. O pior tratamento foi a aplicação de vinhaça previamente misturada com calcário, em razão da maior lixiviação de cálcio e magnésio do complexo sortido do solo e da anulação do efeito corretivo do calcário.

**Palavras-chave:** *Saccharum* spp, nutrientes, calagem, cobertura do solo.

### Abstract

---

The objective of the present paper was to evaluate, under field conditions, the results obtained in laboratory, with the application of vinasse and limestone on sugar cane straw, in order to induce chemical changing in the soil, without mobilization of it. As an indicator plant, sugar cane cv. RB 85-5536 was used, in randomized blocks with four replications. Four treatments were applied combining different ways of the application between calcitic limestone (4 t ha<sup>-1</sup>) x vinasse (300 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) x sugar cane straw (8.8 t ha<sup>-1</sup>). Although there was no significant difference in yield, simply keeping the straw on the soil showed gains of 10 t ha<sup>-1</sup> in relation to the area without straw. The worst treatment was vinasse application mixed with limestone, because of a greater leaching calcium and magnesium from the soil complex and the lack of neutralization effect of the limestone.

**Key words:** *Saccharum* spp, nutrients, lime, mulch.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia – Fertilidade de solo - UEL, Londrina. watanaberonaldo@bol.com.br

<sup>2</sup> Professor, Doutor, Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP:86051-970 Londrina-PR, Brasil. E-mail: laborsolo@laborsolo.com.br

<sup>3</sup> Professor, Doutor, Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista – Departamento de Solos. E-mail: eherrmann@fenamet.com.br

\* Autor para correspondência.

## Introdução

Na cultura da cana-de-açúcar, para fins industriais (açúcar e álcool), vem sendo implementado o uso de colhedoras de cana crua, em substituição à colheita manual da cana queimada. Desta forma, além dos subprodutos industriais normalmente gerados (vinhaça, bagaço e torta de filtro), surge um outro resíduo anteriormente eliminado pela queima, a palha. Este resíduo vegetal, ao sofrer alterações no processo de decomposição, transformação e síntese, irão constituir o húmus, influenciando nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de contribuir na nutrição vegetal (CERRI; MORAES, 1992). O “colchão” de palha adicionado ao solo pela colheita da cana crua, de acordo com Oliveira (2003), pode adicionar, em kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, 55,0 e 52,8 kg de nitrogênio; 4,0 e 15,5 kg de fósforo (P); 76,0 e 128,2 kg de potássio (K); 55,0 e 56,7 kg de cálcio; 26,0 e 20,5 kg de magnésio e 15 kg de enxofre. Fioretto (1999) encontrou o mesmo resultado de bases (teores totais) na seguinte ordem: K>Ca>Mg. Entretanto a solubilidade em água foi de 35%; 19% e 10%, respectivamente para K>Mg>Ca.

Recentes estudos têm demonstrado que, aplicação de calcário sobre a superfície do solo, com alta quantidade de resíduo vegetal, possibilitou a mobilização do mesmo para as camadas subsuperficiais, aumentando o pH e o Ca-trocável e diminuindo o Al-trocável (FRANCHINI et al., 1999a; FRANCHINI et al., 1999b; ZIGLIO; MIYAZAWA; PAVAN, 1999; FIORETTO, 1999). Portanto, a calagem, como práticas agrícola, é a menos dispendiosas e efetivas na correção da acidez no solo, melhorando a atividade de microorganismo em solos ácidos (FAGERIA, 2001).

Valsechi e Gomes (1954) verificaram um aumento na capacidade de troca de cátions do solo e na porcentagem da saturação de bases, com conseqüente aumento no pH do solo, em decorrência do uso da vinhaça (ALMEIDA; RANZINI; VALSECHI, 1950). Assim o aproveitamento racional da vinhaça como fertilizante tem uma grande

importância no fator econômico da agroindústria sucro-alcooleira do Brasil (STUPIELLO et al., 1977). Mas o seu aproveitamento deve ser observado, quanto à natureza do mosto, tendo em vista a amplitude de variação que ocorre entre os seus componentes.

Assim, o propósito deste trabalho consiste em investigar o efeito conjunto da adição superficial de calcário, vinhaça e palhada de cana-de-açúcar nas propriedades químicas do solo, na disponibilidade de nutrientes e na produtividade da cana-de-açúcar.

## Material e Métodos

O experimento foi instalado em um talhão comercial de cana soca (3º corte) da Companhia Agrícola Santa Amélia, situada no município de Maracá-SP, a 22°34' latitude Sul e 50°38' longitude Oeste. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical com inverno curto, moderado e seco, verão quente e chuvoso, caracterizando duas estações distintas. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999). Análises químicas (PAVAN et al., 1992a) do solo, realizado antes da instalação do experimento apresentavam, respectivamente, pH-(CaCl<sub>2</sub>) 4,60; pH em SMP 6,00; 4,96 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de H + Al<sup>3+</sup>; 0,60 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Al<sup>3+</sup>; 2,02 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 0,75 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,51 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> de K<sup>+</sup>; 37,11 mg/dm<sup>3</sup> de P; 21,11 g/dm<sup>3</sup> de matéria orgânica.

Os tratamentos avaliados foram os seguintes: 1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada ( aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Os tratamentos constituíram-se de 5 repetições em blocos casualizados, cada parcela foi composta por sete linhas de plantio, espaçadas de 1,40 m, com 10 m de comprimento cada, totalizando área de 98 m<sup>2</sup>.

As doses de vinhaça, calcário, e palhada de cana-de-açúcar corresponderam, respectivamente, a 100

$\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$  (pH 4,43; cinza 1,162 e K 2,694  $\text{kg}/\text{m}^3$ ); 4 t  $\text{ha}^{-1}$  (30% CaO; 19% MgO e 85% PRNT) e 8,8 ton.  $\text{ha}^{-1}$ .

Após o corte da cana variedade RB85-5536 em novembro de 2001, a palhada da mesma foi depositada sobre o solo, em seguida o calcário dolomítico e a vinhaça “in natura” foram distribuídas manualmente ou com regador, conforme os tratamentos acima mencionados. No tratamento quatro, a vinhaça e o calcário foram previamente misturados e depois distribuídas com regador sobre a palhada do tratamento. O calcário e/ou vinhaça, quando parcelado, os mesmos foram divididos em partes iguais, aplicada aos 0, 30, 60 e 90 dias após o corte da cana-de-açúcar.

Aos 180 dias após o início do experimento foram coletadas amostras de solo e folhas de cana-de-açúcar. Foram coletadas 10 folhas por parcela, constituindo uma amostra composta por parcela. Para o solo foram coletadas 5 subamostras de solo por parcela constituindo uma amostra composta das camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade. As avaliações na produtividade foram consideradas oito metros da linha, e cinco linhas centrais da parcela, desprezando um metro em cada lateral. As análises de solo foram realizadas segundo Pavan et al. (1992a), análises foliares, foram de acordo com Pavan, Bloch e Miyazawa (1992b).

As análises dos conteúdos de POL% e AR% foram realizadas segundo o método de prensa hidráulica, conforme Ato 32/89 do antigo IAA/PLANALSUCAR (USINAS E DESTILARIAS DO OESTE PAULISTA, 2003), o índice de balanço nutricional (IBN), obtidos pelo Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS), realizado pela

LABORSOLO – Central de Análises Agrônomicas Ltda., em Londrina – PR.

Os resultados de rendimento industriais foram submetidos à análise da variância com aplicação do teste F, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

O conjunto dos resultados de análise química de solo mostrou alterações entre uso e modo de distribuição de calcário e vinhaça (Tabela 1). No tratamento 4, calcário misturado à vinhaça e aplicado sobre a palhada, mostrou-se uma prática ineficiente para alteração da reação do solo, isto pode estar ligado à transformação dos ânions neutralizantes ( $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{OH}^-$ ) originados da dissolução do calcário em  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  em razão da acidez presente na vinhaça e/ou uma diminuição da superfície específica do calcário, em razão da distribuição com a vinhaça, acumulando-se em “bolsões” no solo. Esses efeitos ficam evidentes, quando se observa a pouca alteração em cálcio e magnésio no complexo de troca (Tabela 2), ou pela baixa dissolução ou ainda pela complexação por ligantes orgânicos, formando complexos  $\text{Ca L}^0$  e  $\text{Mg L}^0$  solúveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Miyazawa, Pavan e Calegari (1993), trabalhando com azevém, aveia e capim colchão, sendo que os ligantes orgânicos complexam o Ca trocável do solo, formando complexo  $\text{Ca L}^0$  ou  $\text{Ca L}^-$ . A alteração da carga de  $\text{Ca}^{2+}$  poderá estar facilitando a sua mobilidade no solo. O cálcio do complexo Ca-orgânico é deslocado pelo Al trocável do solo, porque os íons  $\text{Al}^{3+}$  formam complexos mais estáveis do que  $\text{Ca}^{2+}$ . Reação semelhante também poderá ocorrer com o magnésio.

**Tabela 1.** Variação na reação do solo, 180 dias após aplicação do calcário e vinhaça.

TRAT	Prof.	K%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> K%	Ca%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> Ca%	Mg%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> Mg%	V%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> V%
01	0-10	8,6	1,1	37,5	4,5	19,2	7,7	65,3	13,3
	10-20	6,9	0,7	33,6	9,1	16,7	7,6	57,1	17,3
02	0-10	5,8	-1,7	39,1	6,1	18,7	7,2	63,7	5,1
	10-20	3,6	-2,6	30,4	5,9	12,4	3,3	46,4	6,6
03	0-10	7,4	-0,1	32,2	-0,8	14,7	3,2	54,3	2,3
	10-20	5,2	-1,0	28,5	4,0	11,7	2,6	45,4	5,6
04	0-10	7,4	-0,1	29,7	-3,3	11,6	0,1	48,7	-3,3
	10-20	7,4	-1,2	23,2	-1,3	7,8	-1,3	38,4	-1,4
06	0-10	7,5	-0,6	33,0	-3,7	11,5	-1,1	52,0	-4,2
	10-20	6,2	0,4	24,5	-1,2	9,1	-0,1	39,8	-1,6

<sup>(1)</sup> $\Delta$  = (teor do elemento obtido no tratamento) – (teor do elemento obtido na testemunha absoluta)

1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada (aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Maracá (SP), 2001.

**Tabela 2.** Saturação por bases do complexo sortivo do solo, 180 dias após aplicação de calcário e vinhaça.

TRAT	Prof.	K%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> K%	Ca%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> Ca%	Mg%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> Mg%	V%	$\Delta$ - <sup>(1)</sup> V%
01	0-10	8,6	1,1	37,5	4,5	19,2	7,7	65,3	13,3
	10-20	6,9	0,7	33,6	9,1	16,7	7,6	57,1	17,3
02	0-10	5,8	-1,7	39,1	6,1	18,7	7,2	63,7	5,1
	10-20	3,6	-2,6	30,4	5,9	12,4	3,3	46,4	6,6
03	0-10	7,4	-0,1	32,2	-0,8	14,7	3,2	54,3	2,3
	10-20	5,2	-1,0	28,5	4,0	11,7	2,6	45,4	5,6
04	0-10	7,4	-0,1	29,7	-3,3	11,6	0,1	48,7	-3,3
	10-20	7,4	-1,2	23,2	-1,3	7,8	-1,3	38,4	-1,4
06	0-10	7,5	-0,6	33,0	-3,7	11,5	-1,1	52,0	-4,2
	10-20	6,2	0,4	24,5	-1,2	9,1	-0,1	39,8	-1,6

<sup>(1)</sup> $\Delta$  = (teor do elemento obtido no tratamento) – (teor do elemento obtido na testemunha absoluta)

1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada (aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Maracá (SP), 2001.

No tratamento com palha, a mesma favorece a redução da acidez potencial na camada mais superficial. Fioretto (1999) demonstrou que estaria ligado aos compostos hidrossolúveis da palha, onde mecanismo de complexação e neutralização provocam este efeito.

Com relação a K e P (Tabelas 2 e 3, respectivamente), não se obteve alteração significativa em razão de seus teores originalmente serem elevados, em função de se tratar de uma área de disposição freqüente de vinhaça. Glória e Mattiazzo (1976) destacam que a adição de vinhaça, pelo efeito da matéria orgânica, contribui para disponibilidade de fósforo.

Os rendimentos em POL%, AR% e produtividades (Tabela 4), mesmo sendo pouco expressivo, provocou um aumento pelo uso do calcário, vinhaça, concordando com resultados obtidos por (SIQUERIA; SILVEIRA; GUEDES, 1979; SOBRAL; CORDEIRO; SANTOS, 1981), palhada e modo de aplicação (Tabela 1). Contudo a cultura no tratamento 4, não respondeu à mistura de calcário e vinhaça, alterações no solo constatado na tabela 1, refletindo diretamente no °BRIX, POL% e produtividade da cana-de-açúcar. Por outro lado, verificou-se também que o mesmo tratamento apresentou o maior desbalanço nutricional (IBN) tabela 5, ficando o ferro como elemento limitante no

equilíbrio, sendo um dos responsáveis no processo de fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004). Atribuindo, fato que o bom equilíbrio nutricional na planta, é representado pelos menores valores do IBN (Tabela 5), que podem ser constatados nos tratamentos 1, 2 e 3, mesmo não sendo expressivo, provocou aumento

na produtividade da cana-de-açúcar (Tabela 4), a absorção, transporte e acúmulo de nutrientes é decorrente do equilíbrio entre cátions e ânions dentro da planta, pelo fato destes estarem ligados aos diversos processos fisiológicos, promovendo o desenvolvimento da planta (SILVEIRA, 1989).

**Tabela 3.** Valor da CTC  $pH_{7,0}$  e teores de P e C org, 180 dias após aplicação do calcário e vinhaça.

TRAT	Prof. (cm)	P -----mg/dm <sup>3</sup> -----	C org	CTC <sub>pH7,0</sub> cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
01	0-10	19,3	14,0	9,9
	10-20	19,9	10,5	8,6
02	0-10	26,6	18,8	10,2
	10-20	25,1	11,4	8,6
03	0-10	31,5	13,1	9,4
	10-20	27,6	11,4	8,4
04	0-10	41,8	18,8	9,7
	10-20	42,0	14,9	8,7
05	0-10	31,2	12,7	8,9
	10-20	37,1	12,3	8,2
06	0-10	47,1	16,7	8,8
	10-20	24,7	11,4	7,5

1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada (aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Maracá (SP), 2001.

**Tabela 4.** Rendimento agrícola e parâmetros de qualidade da matéria prima da cana-de-açúcar.

TRAT.	Ton/ha	°BRIX	POL % cana	AR%
01	101,44 a	13,56 ab	10,58 ab	0,85 a
02	105,34 a	12,98 ab	10,00 ab	0,88 a
03	108,52 a	14,52 ab	11,42 a	0,83 a
04	94,52 a	12,00 b	8,85 b	0,97 a
05	90,48 a	15,28 a	11,67 a	0,89 a
06	100,04 a	13,46 ab	10,40 ab	0,87 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferenciam ao nível de 5% no teste de Tukey

1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada (aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Maracá (SP), 2001.

**Tabela 5.** Diagnóstico foliar da cana-de-açúcar, aos 6 meses de idade, avaliada pelo índice DRIS<sup>(1)</sup>.

DRIS	01	02	03	04	05	06
N	-0,17	-0,14	0,24	1,05	0,51	0,31
P	-2,34	-2,51	-0,09	-2,38	-5,23	-11,30
K	-0,14	-0,86	1,32	0,98	-0,52	-0,28
Ca	0,27	0,32	-0,92	4,54	2,93	0,73
Mg	0,31	0,67	-0,65	-0,74	1,04	-1,50
S	-0,69	0,98	-0,86	0,28	-2,09	0,67
B	0,69	-1,17	-0,15	-6,89	2,38	0,74
Cu	-0,33	-0,05	0,69	-0,61	-0,29	0,08
Fe	2,61	3,29	-5,01	-13,67	5,80	0,60
Mn	4,48	4,51	3,03	19,34	6,24	29,07
Zn	-0,57	-0,14	-0,24	-0,10	0,28	1,28
IBN	12,96	15,00	13,37	51,36	28,36	46,68
IMS	0,00	0,36	0,17	-0,78	-1,50	-0,12

<sup>(1)</sup> Índice de Balanço Nutricional disponibilizado pela LABORSOLO-LTDA.

1- vinhaça, calcário e palhada (aplicação única); 2- vinhaça e calcário (4 aplicações) e palhada (aplicação única); 3- calcário (4 aplicações) vinhaça e palhada (aplicação única); 4- calcário misturado à vinhaça e palhada (aplicação única); 5- testemunha sem vinhaça, sem calcário e sem palhada e 6- testemunha com palhada, sem calcário e sem vinhaça. Maracá (SP), 2001.

Vale ressaltar que, apesar do maior teor de fósforo extraível no tratamento calcário misturado previamente à vinhaça e palhada (Tabela 3), o mesmo não se revelou-se disponível em razão da maior acidez apresentada nos referidos tratamentos, favorecendo a predominância no solo de outras espécies iônicas de fosfato em detrimento do  $H_2PO_4^-$  que é a forma absorvível.

## Conclusão

A aplicação de calcário previamente misturado com vinhaça reduziu o poder neutralizante do calcário e permitiu maior lixiviação de bases.

Com a manutenção da palhada na superfície, foi suficiente para se obter ganhos em produtividade na ordem de 10 t/ha.

O Índice de Balanço Nutricional –IBN, revelado pelo DRIS, influenciaram sobre os rendimentos agroindustriais.

## Referências

ALMEIDA, J. R.; RANZINI, G.; VALSECHI, O. *La vinasse dans l'agriculture*. Piracicaba: Instituto Zimotécnico, 1950. 20p.

CERRI, C. C.; MORAES, J. F. L. Consequência do uso e manejo do solo no teor de matéria orgânica. In: ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, 1992, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Universidade Estadual de São Paulo, 1992. p.26-36.

EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de classificação de solo*. Brasília: EMBRAPA, 1999.

FAGERIA, N. K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.3, n.11, p.1419-1424, 2001.

FIORETTO, R. A. Mudança na reação química do solo induzida pela palhada da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). 1999. 84f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. *Revista Brasileira Ciência de Solo*, Viçosa, v.23, p.533-542, 1999a.

FRANCHINI, J. C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MALAVOLTA, E. Dinâmica de íons em solo ácido lixiviado com extrato de resíduos de adubos verdes e soluções puras de ácidos orgânicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, p.2267-2276, 1999b.

GLÓRIA, A.; MATTIAZZO, M. E. Efeito da matéria orgânica na solubilização de fosfatos no solo. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.5, p.22-31, 1976.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v17, p.411-416. 1993.

- OLIVEIRA, M. W. Matéria seca e nutriente na palhada de dez variedades de cana-de-açúcar. *Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil*, Piracicaba, v.21, n.3, p.30-31, 2003.
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. D. M.; ZEMOULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. *Manual de análises químicas de solo e controle de qualidade*. Londrina: IAPAR, 1992a. 40p. (IAPAR, Circular, 76).
- PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; MIYAZAWA, M. *Análise química de tecido vegetal*. Londrina: IAPAR, 1992b. 17p. (IAPAR, Circular, 74).
- SILVEIRA, J. A. G. Balanço de cátions e crescimento da cana-de-açúcar deficiente em K e cultivada com diferentes relações  $\text{NO}_3/\text{K}^+$ . *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, p.321-328. 1989.
- SIQUERIA, J. O.; SILVEIRA, J. F.; GUEDES, G. A. A. Efeito de micronutrientes na presença de calcário calcítico e ausência de calcário calcítico no rendimento agrícola e qualidade do caldo da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.94, n.5, p.77-80, 1979.
- SOBRAL, S. F.; CORDEIRO, D. S. A.; SANTOS, M. A. C. Efeito da aplicação de vinhaça em socarias de cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.98, n.5, p.368-374, 1981.
- STUPIELLO, P.; PEIXE, C. A.; MONTEIRO, H.; SILVA, L. H. Efeito da aplicação da vinhaça como fertilizante na qualidade da cana-de-açúcar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, v.3, p.40-50, 1977.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.
- USINAS E DESTILARIAS DO OESTE PAULISTA. Disponível em: <<http://www.udop.com.br/estatistica/materias/formutilizadas.htm>>. Acesso em: 25 out. 2003.
- VALSECHI, O.; GOMES, F. P. Solos incorporados de vinhaça e seu teor de bases. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, Piracicaba, v.11, p.135-158, 1954.
- ZIGLIO, C.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização de cálcio no solo. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v.42, p.257-262, 1999.

