

# FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

## CALAGEM PARA A CANA-DE-AÇÚCAR E SUA INTERAÇÃO COM A ADUBAÇÃO POTÁSSICA<sup>(1)</sup>

RAFFAELLA ROSSETTO<sup>(2)</sup>; ADEMAR SPIRONELLO<sup>(3)</sup>; HEITOR CANTARELLA<sup>(3)</sup>;  
JOSÉ ANTONIO QUAGGIO<sup>(3)</sup>

### RESUMO

Com o objetivo de estudar os efeitos da calagem e da adubação potássica na produtividade da cana-de-açúcar foram instalados seis experimentos em diversas regiões, em unidades produtoras do Estado de São Paulo. Os experimentos foram arrançados em esquema fatorial com quatro doses de calcário e três de potássio, em blocos ao acaso com quatro repetições. Foi avaliada a produtividade da cana-planta e, em dois experimentos, a das soqueiras. Em quatro locais, foi plantada a cultivar SP70-1143 e nos demais, as cultivares SP 71-6163 e SP71-1406. As análises iniciais dos solos, de todos os locais, revelaram excesso de acidez e a calagem seria uma prática de manejo recomendada. Foram observadas respostas significativas à calagem em apenas dois experimentos, com acréscimos de produtividade de cana de 8 e 13 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, o que confirma a adaptação das cultivares plantadas em solos ácidos e de baixa fertilidade. Por outro lado, a resposta da cana ao potássio foi de natureza linear e significativa em sete das dez avaliações, tanto na cana-planta como em soqueiras. A interação calcário-potássio não foi significativa em nenhuma avaliação, mostrando a pouca interdependência entre essas práticas no manejo da fertilidade do solo para a cana-de-açúcar.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar; calagem; potássio.

### ABSTRACT

#### SUGARCANE RESPONSE TO LIMING AND POTASSIUM FERTILIZATION

Six experiments were carried out in the main sugarcane regions of the State of São Paulo, Brazil, in order to study sugarcane response to liming and potassium and its interactions. The treatments consisted of four rates of liming and three rates of potassium, setup in factorial experiments, summing up twelve treatments, with four replications, organized in randomized block design. In four sites, the experiments were conducted during the first season and in two others, the ratoons were also evaluated. Four sites were cropped with the variety SP70-1143 and in the others, the varieties SP71-6163 and SP71-1406 were planted. Despite the high soil acidity in all sites, the response of sugarcane to liming was significant only in two sites, showing high tolerance of planted varieties to soil acidity conditions. The sugarcane response to potassium was linear in seven out of the 10 evaluated seasons. Significant interactions between liming and potassium were not observed in any studied site.

**Key words:** sugarcane, liming, potassium fertilization.

---

(1) Recebido para publicação em 21 de agosto e aceito em 12 de fevereiro de 2004.

(<sup>2</sup>) Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Centro Sul (APTA), Piracicaba, Rodovia Piracicaba-Rio Claro, km2, Caixa Postal 28, 13400-970 Piracicaba (SP). E-mail: rossetto@merconet.com.br

(<sup>3</sup>) Instituto Agrônômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

## 1. INTRODUÇÃO

A calagem é uma prática cujos efeitos benéficos são bastante conhecidos na agricultura e visam principalmente corrigir a acidez; neutralizar os efeitos tóxicos de elementos como o alumínio e o manganês; fornecer cálcio e magnésio; aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes; contribuir para a melhoria da estrutura do solo e da vida microbiana (BRADY, 1989). Entretanto, os resultados de calagem para a cana-de-açúcar obtidos no Brasil não são ainda conclusivos, segundo MARINHO e ALBUQUERQUE (1983).

Os acréscimos na produtividade da cana-de-açúcar em resposta à calagem são esporádicos. Quando ocorreram nos experimentos relatados na literatura, foram obtidos em condições de severa acidez, na presença de alumínio em níveis tóxicos e, principalmente, na ausência de teores adequados de cálcio e magnésio. Grande variabilidade na resposta da produtividade da cana à calagem ocorre em condições de fertilidade de solo menos restritivas, indicando forte adaptação das cultivares às condições de acidez do solo. Efeitos benéficos da calagem na produtividade da cana foram relatados por MARINHO et al. (1980); SANTOS et al. (1980) e ORLANDO FILHO et al. (1990).

Estudando a aplicação de calcário e gesso e mistura de ambos em 13 experimentos com cana-de-açúcar, AZEREDO et al. (1996) não observaram qualquer resposta da utilização desses insumos na produtividade da cana. O trabalho de AZEREDO et al. (1981) permitiu concluir que não há resposta à calagem se o solo apresentar mais de  $8 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$  de Ca.

O aumento do pH do solo pela calagem pode elevar a capacidade de adsorção de potássio, diminuindo perdas por lixiviação. Doses excessivas de calcário podem provocar desequilíbrios com a adubação potássica. Existem, porém, contradições. BITTENCOURT e SAKAI (1975) concluíram que a adição de calcário pode provocar maior mobilização de potássio, mesmo de formas não trocáveis, permitindo que seja lixiviado com maior facilidade. Nos experimentos de CORDEIRO et al. (1988), verificou-se que a calagem causou redução de 19% na disponibilidade de K para a cana em Latossolo Roxo e 10% em Latossolo Vermelho-Amarelo.

Embora o estudo do magnésio não tenha sido o objetivo deste trabalho, é importante notar que a presença de níveis adequados de Mg também influi na resposta da cana-de-açúcar às adições de calcário e potássio. SILVEIRA et al. (1980) utilizaram quatro doses de K e dois tipos de calcário em Latossolo Vermelho-Escuro e observaram que o potássio apresentou resposta em doses menores na presença de

calcário calcítico e em doses maiores na de dolomítico, atribuindo a necessidade de manter uma adequada relação  $K/(Ca + Mg)$ . No trabalho de ORLANDO FILHO et al. (1996) foram estudadas as relações entre Ca, Mg e K e a produtividade da cana. As relações relacionadas com alta produtividade da cana indicaram  $Ca/K < 6$  e  $K/(Ca+Mg)^{1/2} > 0,19$ .

Quanto ao potássio, a cana-de-açúcar responde intensamente à sua aplicação. Existem vários autores na literatura, que estudaram o nível crítico de K no solo (RAU, 1974). Nesse caso, o nível crítico indicado é de  $2,1 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$  e em ORLANDO FILHO et al. (1981) o valor é de  $2,3 \text{ mmol}_c.\text{dm}^{-3}$ . No trabalho de ORLANDO FILHO et al. (1993a) os autores observaram que a saturação de K em relação à CTC foi sempre superior a 5% em lavouras com alta produtividade.

Já, na folha de cana, ORLANDO FILHO et al. (1993b) obtiveram o valor de  $12 \text{ g.kg}^{-1}$  de K na folha +1, como adequado tanto para cana-planta como para cana-soca. Não são, entretanto, totalmente conhecidas as interações entre o potássio e a calagem. Devido à existência das relações entre Ca e K no solo e à alta produtividade de cana, pode-se supor que a adubação potássica poderia interferir na resposta da cultura à calagem, fato que motivou este trabalho.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, estudar a resposta da cana-de-açúcar à calagem e à adubação potássica e as possíveis interações.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados experimentos em seis usinas do Estado de São Paulo, em áreas pertencentes à unidades industriais, nos municípios de Elias Fausto (Usina São Francisco); Santo Antonio de Posse (Usina Ester); Monte Mor (Usina Santa Bárbara); Santa Rosa do Viterbo (Usina Amália); Lençóis Paulista (Usina Barra Grande) e Macatuba (Usina São José). As cultivares plantadas e as doses de calcário empregadas em cada local encontram-se na Tabela 1. A classificação e as análises dos solos, cujas amostras foram coletadas em várias profundidades nas áreas experimentais, encontram-se na Tabela 2.

Os tratamentos foram constituídos por três doses de potássio e quatro de calcário dolomítico. As doses de potássio foram 50; 100 e  $200 \text{ kg.ha}^{-1}$  de  $K_2O$  e as de calcário, 0, 1/2 NC, NC e 2NC, em que NC é a necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases. Na Tabela 1 estão representadas as doses de calcário aplicadas em cada experimento. A análise do calcário dolomítico utilizado em todos os experimentos encontra-se na Tabela 3.

**Tabela 1.** Locais dos experimentos, doses de calcário, espaçamentos e cultivares de cana-de-açúcar

Local	Espaçamento m	Variedade	Necessidade	Doses de Calcário
			de Calagem para V=70% t.ha <sup>-1</sup>	
Monte Mor -Usina Santa Bárbara	1,35	SP70-1143	4,6	0; 2,3; 4,6; 9,2
Santo Antonio de Posse – Usina Ester	1,30	SP70-1143	5,0	0; 2,5; 5,0; 10,0
Santa Rosa Viterbo – Usina Amália	1,30	SP70-1143	3,6	0; 1,8; 3,6; 7,2
Elias Fausto – Usina São Francisco	1,30	SP70-1143	4,0	0; 2,0; 4,0; 8,0
Lençóis Paulista – Usina Barra Grande	1,10	SP71-6163	5,4	0; 2,7; 5,4; 10,8
Macatuba – Usina São José	1,10	SP71-1406	6,5	0; 3,25; 6,5; 13,0

O solo, nos diversos experimentos, foi preparado no sistema convencional e o calcário, aplicado com antecedência de um ou dois meses da data de plantio e incorporado com arado de discos. Em março de 1989 foram instalados os diversos experimentos. As parcelas constaram de seis linhas de 10 m de comprimento além de uma linha para separação das parcelas. Foram consideradas apenas as quatro linhas centrais. No experimento realizado na Usina São José foram instaladas parcelas de nove sulcos de 10 m de comprimento.

A adubação potássica na maior dose foi parcelada em duas vezes, sendo metade aplicada em abril de 1989 juntamente com 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Entre novembro e dezembro, foram aplicados os restantes 100 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O nos tratamentos relativos à maior dose. A adubação fosfatada foi feita no plantio na dose de 150 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os experimentos foram colhidos após 15 a 18 meses. O experimento da Usina Amália foi mantido por dois anos, avaliando-se a 1.<sup>a</sup> soqueira; o experimento da Usina São José foi mantido por quatro anos, avaliando-se além da cana-planta, as três soqueiras subsequentes. As parcelas foram queimadas e a cana cortada, pesada com dinamômetro para obter a produtividade.

Amostras de solo compostas por 8 subamostras foram coletadas em cada parcela nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, logo após a colheita da cana. No experimento da Usina São José, as amostras compostas foram coletadas nas profundidades: 0-25 cm; 25-50 cm; 50-75 cm e 75-100 cm. As análises químicas foram feitas pelos métodos descritos por RAIJ et al. (1986).

As análises foliares foram realizadas em amostras de 10 folhas +3 (terceira folha a partir da extremidade, com aurícula visível, desprezando a

nervura central), coletadas em novembro e dezembro de 1989, conforme GALLO et al. (1968). Posteriormente, as amostras foram analisadas pelos métodos descritos por SARRUGE e HAAG (1974).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Produtividade da cana-de-açúcar

Os solos dos locais onde os experimentos foram desenvolvidos eram todos de baixa fertilidade, e a calagem fazia parte das recomendações de manejo da fertilidade desses solos. Em todos os locais o pH era inferior a 4,6, os teores de Ca menores que 9 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> e a saturação por bases inferior a 27%.

Apesar da alta acidez dos solos estudados a resposta à calagem ocorreu apenas nos experimentos da Usina Amália e Usina São José (Tabelas 4 e 5), indicando a forte adaptabilidade das cultivares plantadas às condições de acidez. Esses resultados confirmam os descritos na literatura, como SCHMEHL e HUMBERT (1964) e de RAIJ e QUAGGIO (1997), ao verificarem que a cana-de-açúcar é muito tolerante à acidez do solo principalmente quando comparada com outras culturas.

MARINHO et al. (1980) verificaram efeitos significativos da calagem nas condições de Alagoas, em apenas nove dos 21 experimentos analisados, com aumento de produtividade de 10 a 20 t.ha<sup>-1</sup> de cana.

Os autores comentaram, entretanto, que houve acréscimos de mais de 5 t.ha<sup>-1</sup> de cana em 16 experimentos, mesmo não obtendo diferenças estatísticas significativas. Neste trabalho, foram obtidos acréscimos maiores que 5 t.ha<sup>-1</sup> devido à calagem em seis das dez avaliações, porém apenas dois com consistência estatística.

**Tabela 2.** Atributos químicos dos solos onde foram instalados os experimentos

Solo	Local	Profundidade	pH	m.o.**	P*	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
		cm		g.dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>				mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			(%)
LVA	Usina Santa Bárbara	0-20	4,6	21	6	1,5	9	5	42	16	58	28
		20-40	4,5	20	9	1,1	7	5	42	13	55	24
		40-60	4,3	14	10	0,7	4	3	49	8	57	14
LV	Usina Ester	0-20	4,3	22	21	1,5	9	4	56	15	71	21
		20-40	4,3	22	13	1,8	6	2	58	10	68	15
		40-60	4,2	16	4	0,7	3	1	63	7	70	10
LVdf	Usina Amália	0-20	4,4	20	4	1,2	6	2	40	9	49	18
		20-40	4,4	17	3	0,7	2	1	44	9	48	8
		40-60	4,2	12	4	0,7	2	1	37	4	41	10
PVA	Usina São Francisco	0-20	4,5	11	11	1,2	6	2	27	9	36	25
		20-40	4,3	8	4	1,0	3	1	31	5	36	14
		40-60	4,3	6	3	0,1	3	1	31	4	35	11
LV	Usina Barra Grande	0-25	4,1	22	5	1,3	6	1	58	9	67	13
		25-50	4,1	18	2	0,8	5	1	52	7	59	12
LV	Usina São José	0-20	3,9	21	10	0,5	4	1	64	4,8	69	7
		20-40	4,0	17	5	0,5	3	1	58	4,0	62	6
		40-60	4,0	15	5	0,5	3	1	52	3,9	56	7

\* Fósforo extraído em resina. \*\*m.o.: matéria orgânica, LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; LV: Latossolo Vermelho, LVdf: Latossolo Vermelho distroférrico; PVA: Argissolo Vermelho-Amarelo.

**Tabela 3.** Atributos químicos do calcário utilizado nos experimentos

Teor de CaO	286 g.kg <sup>-1</sup>
Teor de MgO	198 g.kg <sup>-1</sup>
Poder neutralização	766 g.kg <sup>-1</sup>
PRNT	602 g.kg <sup>-1</sup>
Umidade (105°C)	46 g.kg <sup>-1</sup>
Granulometria	
Peneira ABNT 10 (2mm)	991 g.kg <sup>-1</sup>
Peneira ABNT 20 (0,84mm)	889 g.kg <sup>-1</sup>
Peneira ABNT 50 (0,3mm)	582 g.kg <sup>-1</sup>
Teor P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	23 g.kg <sup>-1</sup>
Teor de Cu	15 mg.kg <sup>-1</sup>
Teor de Fe	1700 mg.kg <sup>-1</sup>
Teor de Zn	18 mg.kg <sup>-1</sup>
Teor de Mn	875 mg.kg <sup>-1</sup>

**Tabela 4.** Médias de produtividade de colmos de cana-de-açúcar, obtidas nos experimentos desenvolvidos em diversas regiões do Estado de São Paulo

Tratamento	Santa Bárbara	Ester	São Francisco	Barra Grande	Amália Cana-planta	Amália 1. <sup>a</sup> soca
	t.ha <sup>-1</sup>					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )						
50	123,1b	128,6B	121,8B	151,5	147,5B	112,0B
100	129,5ab	133,1A	132,8A	158,7	152,3AB	117,0AB
200	134,8a	135,7A	133,7A	154,2	156,3A	120,0A
F	4,16*	13,44**	13,31**	n.s.	7,88**	7,31**
Calagem						
0	125,4	134,3	125,6	152,6	147,4	115,0
½ NC	126,5	131,8	128,1	156,4	151,1	118,0
NC	131,0	132,1	131,6	157,1	154,5	116,0
2 NC	133,1	131,7	132,0	153,1	155,2	116,0
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	3,85*	n.s.
F (KxCalc)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.(%)	8,5	3,0	7,0	5,6	4,2	4,8

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si (Tukey5%), maiúsculas (Tukey1%).

\*, \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade; 2NC: o dobro.

**Tabela 5.** Médias de produtividade de colmos de cana, obtidas nos experimentos desenvolvidos em Macatuba (SP)

Tratamento	São José			
	Cana-planta	1. <sup>a</sup> soca	2. <sup>a</sup> soca	3. <sup>a</sup> soca
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )	t.ha <sup>-1</sup>			
50	132,0	107,0	100,0B	61,6B
100	131,1	106,4	103,0AB	63,1AB
200	130,6	108,5	108,0A	67,9A
F	n.s.	n.s.	5,88**	7,17**
Calagem				
0	123,9B	105,9	100,0	62,4
½ NC	136,2AB	108,3	106,0	64,5
NC	132,4AB	105,9	103,4	65,5
2 NC	132,5A	109,1	106,5	64,4
F	5,72**	n.s.	n.s.	n.s.
F(KxCalc)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.(%)	5,7	5,8	6,2	7,6

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem estatisticamente entre si (Tukey1%).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade; 2NC: o dobro.

**Tabela 6.** Equações de regressão linear ou quadrática e valores de F relativos aos efeitos lineares ou quadráticos, para a produtividade da cana em função da aplicação do potássio ou do calcário

Local	Efeito	Valor F	Equação de regressão
Santa Bárbara	K - linear	7,73**	$y = 0,071x + 120,74$
Amália (1. <sup>a</sup> soca)	K - linear	14,83**	$y = 0,05651x + 145,46$
	calc. - linear	9,42**	$y = 1,0551x + 148,73$
Amália (1. <sup>a</sup> soca)	K - linear	13,43**	$y = 0,00476x + 111,0$
São Francisco	K - linear	16,93**	$y = 0,0690x + 121,36$
	K - quadrática	9,68*	$y = -0,00141x^2 + 0,43075x + 103,77$
	calc. - linear	5,57*	$y = 0,835x + 126,49$
São José	calc. - quadrática	7,43**	$y = -1,577x^2 + 2,55x + 125,51$
São José (2. <sup>a</sup> soca)	K - linear	11,60**	$y = 0,051x + 98,24$
São José (3. <sup>a</sup> soca)	K - linear	14,17**	$y = 0,0424x + 59,27$

\*, \*\* significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

**Tabela 7.** Médias de teores de macronutrientes nas folhas de cana, obtidas nos diversos experimentos

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg
g.kg <sup>-1</sup>					
Usina Santa Bárbara					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	16,6	1,6	8,6	3,4C	2,3b
100	16,6	1,6	8,7	3,8B	2,5ab
200	17,6	1,6	8,7	4,1A	2,7*
F	n.s.	n.s.	n.s.	25,12**	4,88*
Calagem					
0	16,6	1,6	8,9	3,7	2,4
½ NC	17,2	1,6	8,4	3,8	2,5
NC	16,8	1,6	8,5	3,7	2,5
2NC	17,2	1,6	8,9	3,8	2,5
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.	6,98	5,72	14,52	7,56	14,23
F KxCal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Usina Ester					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	18,2B	1,6	8,8	4,6	2,2
100	18,7AB	1,6	9,0	4,5	2,0
200	19,4A	1,6	9,1	4,4	2,2
F	7,65**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem					
0	18,8	1,7a	8,9	4,6	2,2
½ NC	18,3	1,6ab	9,5	4,3	2,0
NC	18,7	1,6ab	9,0	4,6	2,2
2NC	19,3	1,5b	8,8	4,5	2,2
F	n.s.	3,54*	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.	4,56	9,13	12,44	6,81	11,92
F KxCal	*	n.s.	n.s.	*	*
Usina Amália					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	7,7A	1,4	11,1B	4,0b	1,9
100	7,4B	1,4	12,1AB	4,1ab	1,9
200	7,0C	1,4	12,7A	4,6a	2,0
F	12,4**	n.s.	6,83**	4,18*	n.s.
Calagem					
0	7,4	1,4	11,5	4,6	2,1
½ NC	7,5	1,4	12,1	4,2	1,9
NC	7,5	1,4	11,7	4,0	1,9
2NC	7,2	1,4	12,4	4,2	1,9
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V.	5,3	4,42	9,92	14,80	15,21
F KxCal	*	n.s.	*	n.s.	n.s.
Usina São Francisco					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	18,0	1,9A	10,8A	3,9a	2,4
100	18,0	1,8B	9,4B	3,4b	2,6
200	17,7	1,6C	11,1A	3,5b	2,6
F	n.s.	31,87**	10,19**	6,70**	n.s.
Calagem					
0	17,5	1,8	10,7	3,8ab	2,5

Continua

**Tabela 7. Conclusão**

Tratamento	N	P	g.kg <sup>-1</sup>		
			K	Ca	Mg
½ NC	17,9	1,8	10,8	3,9a	2,6
NC	18,0	1,8	10,4	3,4b	2,4
2NC	18,1	1,8	9,7	3,4b	2,6
F	n.s.	n.s.	n.s.	4,69	n.s.
C.V.	4,26	5,19	11,30	11,39	20,03
F KxCal	n.s.	*	n.s.	*	*
Usina Barra Grande					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	18,9ab	1,9	12,4	3,4	2,3
100	19,8a	1,9	12,4	3,3	2,3
200	19,1b	1,9	12,6	3,3	2,3
F	3,64*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem					
0	18,9	1,9	12,5	3,3	2,0C
½ NC	19,3	1,9	12,9	3,4	2,3B
NC	19,3	1,9	12,2	3,4	2,4AB
2NC	19,6	1,9	12,3	3,4	2,5A
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	23,1**
C.V.	4,96	3,46	5,07	7,38	5,56
F KxCal	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Usina São José					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	18,5	1,8	10,3b	3,3A	1,7
100	18,4	1,7	11,0a	2,9B	1,6
200	18,2	1,8	10,8ab	3,1AB	1,7
F	n.s.	n.s.	3,30*	7,97**	n.s.
Calagem					
0	19,2	1,7	11,2a	2,9b	1,2C
½ NC	18,3	1,7	10,0ab	3,3a	1,7B
NC	17,9	1,8	10,3b	3,0ab	1,8B
2NC	18,0	1,8	10,3b	3,2ab	2,0A
F	n.s.	n.s.	4,91*	3,77	37,01**
C.V.	9,38	8,16	8,06	9,71	12,38
F KxCal	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Usina São José (1.ª soca)					
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )					
50	17,1	1,7	9,0	2,3	1,8
100	17,0	1,7	8,7	2,2	1,6
200	17,0	1,7	9,1	2,2	1,6
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem					
0	16,9	1,5C	8,6	2,3	1,3C
½ NC	16,9	1,6BC	9,1	2,2	1,6B
NC	17,1	1,7AB	8,9	2,1	1,7AB
2NC	17,2	1,8A	9,2	2,3	1,8A
F	n.s.	11,50**	n.s.	n.s.	28,89**
C.V.	3,62	5,91	8,19	19,66	9,71
F KxCal	n.s.	n.s.	*	n.s.	*

Médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si (Tukey 1%), letras minúsculas (Tukey5%)

\*, \*\*: significativo a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente.

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade; 2NC: o dobro.



**Tabela 8.** Análise química de amostras de solo (0-20 cm) dos experimentos

Tratamento	P-resina mg.dm <sup>-3</sup>	M.O. g.dm <sup>-3</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al	V
			mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>					%
Santa Bárbara								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	15,66	34,5b <sup>1</sup>	5,07	0,29B	19,4b	16,9	42,5	46,42
100	17,00	34,2b	5,18	0,34B	29,3a	18,8	38,2	53,83
200	20,58	37,5a	5,22	0,62A	26,6ab	18,2	36,3	52,92
F	ns	4,04*	ns	9,08**	3,91*	ns	ns	ns
Calagem								
0	16,44	34,9	4,45B	0,34	12,7B	6,2C	59,3A	24,33B
1/2NC	16,77	36,6	5,22A	0,34	27,8A	18,5B	35,7B	53,78A
NC	17,22	35,4	5,30A	0,59	25,9A	17,5B	34,3B	55,67A
2NC	20,55	34,7	5,67A	0,40	34,1A	29,7A	26,8B	70,44A
F	n.s.	n.s.	20,96**	n.s.	9,10**	19,03**	25,03**	28,28**
CV%	34,2	8,8	6,5	49,3	35,7	36,6	21,7	21,3
KxCalc	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ester								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	20,94	24,2B	4,86	0,94	21,5	12,4	43,2	44,06
100	27,00	28,7A	4,77	1,10	24,1	12,2	45,4	44,00
200	25,06	29,1A	4,86	0,99	25,6	13,7	45,1	46,87
F	n.s.	19,48**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem								
0	22,92	27,0	4,37C	0,88	15,0C	4,7C	60,2A	26,25D
1/2NC	21,00	27,5	4,65C	0,73	18,1C	9,2BC	46,2B	38,00C
NC	25,08	28,1	4,93B	1,04	25,2B	12,8B	40,4BC	49,58B
2NC	28,33	26,7	5,37A	1,33	36,7A	24,3A	31,3C	66,08A
F	n.s.	n.s.	52,74**	n.s.	51,55**	49,55**	26,83**	55,93**
CV%	31,7	9,1	4,2	56,6	19,6	32,2	18,2	17,5
KxCalc	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Amália								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	10,68B	23,4	5,11A	0,48A	20,3	11,2	29,6	50,81A
100	10,62B	22,6	4,93B	0,22B	12,7	8,4	31,8	39,94B
200	14,31A	22,8	5,14A	0,47A	22,2	11,2	28,8	46,75AB
F	12,16**	n.s.	9,62**	13,46**	n.s.	n.s.	n.s.	12,17**
Calagem								
0	11,25	23,1	4,33D	0,41	8,1B	2,6C	43,6A	19,67D
1/2NC	12,25	23,4	4,77C	0,34	12,3B	7,5CB	33,1B	38,08C
NC	11,33	22,6	5,31B	0,41	17,7B	10,9B	24,2C	54,25B
2NC	12,67	22,7	5,83A	0,40	35,6A	20,2A	19,4C	71,33A
F	n.s.	n.s.	241,80**	n.s.	12,98**	58,73**	86,15**	147,68**

Continua

**Tabela 8.** Conclusão

Tratamento	P-resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	V
	mg.dm <sup>-3</sup>	g.dm <sup>-3</sup>						
CV%	20,4	9,6	2,9	41,4	63,2	32,6	13,2	13,8
KxCalc	2,75*	n.s.	5,47**	n.s.	2,82*	3,93**	n.s.	6,06**
São Francisco								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	16,75	15,1A	5,21	0,28	11,9	9,6	24,6	49,62
100	18,19	13,7A	5,31	0,49	17,2	14,4	19,0	54,18
200	17,00	12,2B	5,11	0,45	13,9	10,4	20,9	50,19
F	n.s.	11,48**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem								
0	15,83ab	13,9	4,23C	0,45	4,2C	22C	38,4A	16,92D
1/2NC	14,67b	13,5	4,98B	0,45	9,8BC	7,0BC	20,5B	45,33C
NC	19,33a	13,8	5,66A	0,41	15,9B	12,7B	14,5B	65,50B
2NC	19,42a	13,6	5,96A	0,32	27,6A	23,9A	12,5B	77,58A
F	4,31*	n.s.	59,55**	n.s.	14,71**	15,74**	15,38**	90,87**
CV%	23,4	12,4	6,6	81,5	63,0	71,1	48,5	18,8
KxCalc	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%) maiúsculas (Tukey 1%)

\* ; \*\* : significativo a 5% e 1% de probabilidade respectivamente.

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade; 2NC: o dobro.

Nos experimentos onde o efeito da calagem foi estatisticamente significativo, os acréscimos de produção na cana-planta atingiram 8 t.ha<sup>-1</sup> de cana no experimento da Usina Amália e 13 t.ha<sup>-1</sup> de cana no experimento da Usina São José. RODRIGUEZ e PALHARES (1986) obtiveram resposta significativa à calagem em três dos cinco experimentos. Nesse caso, o maior incremento obtido com a dose recomendada foi de 12 t.ha<sup>-1</sup> de cana. Os solos desses experimentos eram todos de baixa fertilidade e apenas em um deles não se verificou resposta da calagem, sendo o teor de cálcio e magnésio no solo relativamente maior que nos demais solos estudados, ou seja, 8,6 e 4,6 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup> para cálcio e magnésio respectivamente. Neste trabalho, os dois solos que apresentaram resposta à calagem continham teores de Ca e Mg relativamente baixos, respectivamente, 10 e 4 mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, menores que o indicado por ORLANDO FILHO e RODELLA (1987) como nível crítico para a cana-de-açúcar. As respostas da cana-de-açúcar à calagem estão, portanto, ligadas a solos muito ácidos e principalmente com alumínio trocável em níveis tóxicos.

Em relação à aplicação de potássio, praticamente não existem dúvidas na literatura quanto à resposta positiva na produtividade da cana-de-açú-

car. No presente trabalho, houve resposta significativa em sete das dez avaliações envolvendo cana-planta e soca. Na maioria dos casos, as respostas da cana ao potássio foram lineares (Tabela 6). No experimento da Usina São José, cujo teor de K no solo era baixo, não se observou resposta da cana-planta ao potássio, contrariando o esperado, conforme os resultados da literatura. As diferenças significativas entre as de K ocorreram na segunda e terceira soqueiras.

#### Macronutrientes no tecido vegetal

A tabela 7 apresenta os resultados das análises de folhas nos diversos experimentos. Dos dois experimentos, nos quais houve resposta positiva à calagem, apenas o da Usina São José apresentou teor maior de cálcio e magnésio nas folhas. De maneira geral, nota-se baixa sensibilidade da análise foliar para avaliar necessidades de nutrientes para a cana-de-açúcar. Essa mesma observação também foi feita por RODRIGUEZ e PALHARES (1986). Em razão da calagem, o teor de cálcio nas folhas de cana foi significativamente maior apenas em dois experimentos (Usina São Francisco e Usina São José) e o de magnésio em três (Usina Barra Grande, Usina São José - cana-planta e primeira soca).

**Tabela 9.** Análise química de amostras de solo (20-40 cm) referentes aos experimentos

Tratamento	P-resina mg.dm <sup>-3</sup>	M.O g.dm <sup>-3</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al	V
				mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%
Santa Bárbara								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	14,08	27,2a <sup>1</sup>	4,32	0,3b	6,8	4,7	67,7	14,8
100	15,6	27,9a	4,46	0,3b	13,8	7,2	61,3	25,8
200	15,25	31,3b	4,62	0,5a	14,4	8,6	56,7	29,3
F	n.s.	3,8*	n.s.	4,7*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem								
O	16	27,2	4,20	0,3	6,4	2,8	73,0	11,5
1/2NC <sup>2</sup>	17,22	28,0	4,73	0,3	17,3	4,4	54,0	29,0
NC	13,1	31,6	4,41	0,5	11,1	6,2	62,0	22,3
2NC	14,78	28,4	4,51	0,3	11,9	7,3	58,7	25,0
F	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CV%	72,3	13,7	11,1	74,1	95,2	98,4	26,7	78,5
Ester								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	12,06	19,8	4,47	0,6	12,2b	5,3	52,8B	25,5
100	12,19	23,2	4,35	0,7	13,8ab	5,0	64,0A	23,4
200	14,81	23,8	4,37	0,6	15,1a	4,9	59,2AB	25,8
F	n.s.	10,8	n.s.	n.s.	3,5*	n.s.	7,4**	n.s.
Calagem								
O	11,75	22,1	4,22C	0,6ab	9,5C	2,6C	66,1A	16,1C
1/2NC	12,91	22,8	4,28BC	0,5b	12,0BC	3,6BC	61,4AB	20,8BC
NC	14,42	22,0	4,56AB	0,7ab	15,4AB	5,7B	55,5AB	28,2AB
2NC	13,0	22,3	4,62A	0,8a	17,5A	8,5A	51,7B	34,1A
F	n.s.	n.s.	16,2**	3,0*	18,3**	30,8**	7,1**	19,6**
CV%	37,5	11,6	3,5	41,6	21,9	31,1	14,1	25,3
Amália								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	9,0	18,2	4,34	0,6C	12,3A	2,6a	38,3	28,7
100	8,87	16,9	4,25	0,3B	3,9B	1,7b	40,4	12,7
200	11,94	16,7	4,40	1,2A	3,2B	2,2ab	37,7	14,9
F	n.s.	n.s.	n.s.	33,4**	15,7**	3,2*	n.s.	n.s.

Continua

**Tabela 9.** Conclusão

Tratamento	P-resina mg.dm <sup>-3</sup>	M.O g.dm <sup>-3</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al	V
			mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%
Calagem								
O	9,58	18,2	4,17B	0,42a	8,0	1,2B	43,2A	18,2
1/2NC	11,67	17,4	4,27AB	0,36ab	5,9	1,9B	38,7AB	17,4
NC	9,42	16,9	4,33AB	0,27ab	5,0	2,0B	38,7AB	15,8
2NC	9,08	16,5	4,54A	0,25b	6,9	3,7A	34,6B	23,9
F	n.s.	n.s.	5,7**	3,3*	n.s.	11,9**	8,4**	n.s.
CV%	40,6	14,1	5,3	46,4	79,4	48,4	10,9	44,5
São Francisco								
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )								
50	10,75	10,6A	4,32	12,3A	4,5	2,9	33	37,4
100	9,87	9,2AB	4,43	3,9B	5,5	3,6	29,1	30,9
200	11,12	8,2B	4,19	3,2B	3,9	2,6	31,3	23,7
F	n.s.	6,3**	n.s.	15,2**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Calagem								
O	9,25AB	9,9	4,12b	8,0	2,8	1,4B	35,4A	25,6B
1/2NC	7,83B	9,2	4,22ab	5,9	3,7	2,6AB	33,2AB	26,9B
NC	13,25A	9,5	4,37ab	5,0	4,8	3,2AB	30,2AB	30,1AB
2NC	12AB	8,9	4,55a	6,9	7,2	4,9A	25,7B	42,5A
F	5,1**	n.s.	2,9*	n.s.	n.s.	6,7**	6,5**	7,5**
CV%	35,8	20,2	8,7	79,4	88,9	64,4	18,5	52,6

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si (Tukey 5%) maiúsculas (Tukey 1%).

\*, \*\*: significativo a 5% e 1% de probabilidade.

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade; 2NC: o dobro.

A aplicação de potássio também não foi bem detectada pela análise de folhas. Apenas nos experimentos da Usina Amália, Usina São Francisco e Usina São José verificaram-se aumento no teor de K nas folhas em função das doses de K aplicadas.

#### Efeitos nas propriedades químicas dos solos

As análises de solo foram feitas em cinco dos seis experimentos. Em todos os experimentos avaliados a aplicação de calcário promoveu correção da acidez na camada de 0-20 cm de profundidade, verificado pela elevação do pH, teores de Ca e Mg, teores de H + Al, e promoveu aumentos sensíveis na saturação por bases (Tabela 8). Em nenhum dos casos, entretanto, a quantidade de calcário recomendada

para atingir 70% da saturação por bases foi suficiente, obtendo entre 50% e 65%, devido à movimentação dos produtos da reação do calcário em profundidade.

Na camada de 20-40 cm (Tabela 9) houve aumento nos valores dos atributos relacionados à acidez do solo, em todos os locais, mostrando efeito positivo da calagem em profundidade. Entretanto, esses efeitos foram significativos apenas quando o coeficiente de variação não era elevado.

A aplicação de potássio promoveu aumento no teor do nutriente no solo nos experimentos da Usina Santa Bárbara, Amália e São José (Tabela 10). Esse aumento se verificou também na profundidade de 20-40 cm.

**Tabela 10.** Análise química de amostras de solo a diversas profundidades, referentes ao experimento da Usina São José

Tratamento	pH	K	mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup>			H+Al	V %
			Ca	Mg			
0-25 cm							
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )							
50	4,47	1,00	6,5	4,00	34,2	25,42	
100	4,42	1,10	8,0	4,50	32,7	28,27	
200	4,67	2,20	8,2	5,30	31,7	32,52	
Calagem							
O	4,13	1,10	2,7	0,13	45,3	7,90	
1/2NC	4,33	1,60	5,0	3,30	31,0	23,40	
NC	4,53	1,90	7,0	4,70	33,0	28,70	
2NC	5,10	1,50	5,7	10,30	22,3	55,00	
25-50 cm							
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )							
50	4,25	0,42	4,0	2,00	37,0	14,42	
100	4,32	0,70	5,2	3,80	36,2	21,02	
200	4,47	1,37	6,0	4,10	37,2	22,65	
Calagem					O	4,13	
1,10	2,7	0,20	39,3	9,07			
1/2NC	4,30	0,80	4,3	2,70	38,0	16,83	
NC	4,27	0,70	4,7	2,70	38,0	17,27	
2NC	4,70	0,70	8,7	7,70	32,0	34,30	
50-75 cm							
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )							
50	4,10	0,12	2,2	0,32	37,0	6,87	
100	4,17	0,22	2,2	0,60	39,0	7,30	
200	4,27	0,42	2,7	1,52	38,0	7,35	
Calagem							
O	4,17	0,17	2,3	0,10	38,0	5,63	
1/2NC	4,17	0,30	2,0	0,47	39,3	6,53	
NC	4,17	0,40	2,7	1,03	39,3	9,13	
2NC	4,30	2,70	3,0	1,70	25,0	12,27	
75-100 cm							
K <sub>2</sub> O (kg.ha <sup>-1</sup> )							
50	4,10	0,10	2,2	0,17	37,0	6,37	
100	4,10	0,11	3,2	1,65	41,2	10,37	
200	4,20	0,27	2,0	0,40	38,0	6,57	
Calagem							
O	4,10	0,07	3,7	0,26	38,0	12,27	
1/2NC	4,13	0,20	2,0	0,23	38,0	6,03	
NC	4,13	0,17	2,0	0,17	39,7	5,67	
2NC	4,17	0,17	2,3	0,50	39,3	7,13	

NC: necessidade de calagem para o solo atingir 70% da saturação por bases; ½ NC: metade da necessidade;  
2NC: o dobro.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Houve resposta da calagem na produtividade da cana-de-açúcar apenas em duas situações, quando os solos apresentavam baixa fertilidade e acidez elevada, caracterizados por pH menor que 4,4; teores de Ca próximos a  $6 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  e Mg de  $1 \text{ mmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  (Usina Amália e Usina São José). O aumento de produtividade devido à calagem, nessas condições, manteve-se entre 8 e  $13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

2. A resposta da cana ao potássio foi de natureza linear em sete das dez avaliações, tanto na cana-planta como em soqueiras.

3. A interação entre calcário e potássio não foi significativa em nenhum dos experimentos.

4. Em apenas um experimento onde a calagem foi positiva, verificaram-se aumentos foliares de Ca e Mg, sugerindo que a análise foliar é uma técnica pouco indicada para demonstrar necessidades de nutrientes em cana-de-açúcar.

#### REFERÊNCIAS

- AZEREDO, D.F.; BOLSANELLO, J.; MANHÃES M.S.; WEBER, H. Doses de calcário, gesso, mistura de calcário/gesso, interação calcário x fósforo e calcário x potássio em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6., 1996, Maceió. **Anais**. Piracicaba: Stab, 1996. p.477-483.
- AZEREDO, D.F.; GLÓRIA, N.A.; MANHÃES M.S. Efeitos da calagem na cana-planta e nas características químicas de dois solos do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 2., 1981, Rio de Janeiro. **Anais**. Piracicaba: Stab, 1981. p.71-88.
- BITTENCOURT, W.C.; SAKAI, M. **Lixiviação do K nativo de solos tropicais**. Piracicaba: Cena, 1975. 21p.
- BRADY, N.C. **Natureza e Propriedades dos Solos**, 7.ed. New York: John Wiley, 1989. 898p.
- CORDEIRO, D.A.; BATISTA, L. F.; GURGEL, M.N.; e BITTENCOURT, V.C. Study by means of labeling techniques on the K-liming relation in soils cultivated with sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16., 1987, São Paulo. **Proceedings**. São Paulo: The Executive Committee of ISSCT, 1988. v.2. p.1011-1025.
- GALLO, J.R.; HIROCE, R.; ALVAREZ, R. Levantamento do estado nutricional de canaviais de São Paulo pela análise foliar. **Bragantia**, Campinas, v.27, n.3, p.365-382, 1968.
- MARINHO, M.L.; ALBURQUERQUE, G.A.C.; ARAUJO, J.T. Efeito da calagem sobre a cana-de-açúcar em solo argiloso fortemente ácido em Alagoas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 14., 1980, Cuiabá. **Anais**. Campinas, 1980. p.14-19.
- MARINHO, M.L.; ALBURQUERQUE, G.A.C. Calagem. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e Adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. cap.8, p.181-208. (Coleção Planalsucar, 2).
- ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C.; CARMELLO, Q.A.C.; BEAUCLAIR, E.G.F. Relações K, Ca e Mg de solo Areia Quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar. **Stab, Açúcar Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.14, n.5, p.13-17, 1996.
- ORLANDO FILHO, J.; MURAOKA, T.; RODELLA, A.A.; ROSSETTO, R. Fontes de potássio na adubação da cana-de-açúcar: KCl e  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., Águas de São Pedro, 1993. **Anais**. Piracicaba: Stab, 1993a, p.39-43.
- ORLANDO FILHO, J.; ROSSETTO, R.; GERALDI, R.N. Adubação potássica em cana-de-açúcar: II Análise química do solo e diagnose foliar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais**. Piracicaba: Stab, 1993b, p. 50-54.
- ORLANDO FILHO, J.; SILVA, L.C.F., MANOEL, L.A. Fontes de calcário aplicadas em área total e sulco de plantio em cana-de-açúcar. **Stab, Açúcar Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.8, n.1, p.11-16, 1990.
- ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A.A. **Correção do solo para cana-de-açúcar na região centro-sul do Brasil**. Araras: PLANALSUCAR, 1987. 2p. (Informativo Técnico)
- ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR, E.; RODELLA, A.A. Calibração de potássio no solo e recomendação de adubação para a cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.97, n.1, p. 18-24, 1981.
- PEIXOTO, A.A. **Efeitos do cálcio, magnésio e potássio e suas relações na produção de cana-de-açúcar (Saccharum spp) em um solo gley pouco húmico do Norte Fluminense**. 1980. 48f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. Methods used for diagnosis and correction of soil acidity in Brazil: an overview. In: MONIZ, A.C. et al. (Eds.). **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW pH**, 1996, Belo Horizonte. **Proceedings**. Campinas: Brazilian Soil Science Society, 1997. p.205-214.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; SILVA, N.M. da. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion-exchange resin procedure. **Communications in Soil Science and Plant Analyses**, New York, v.17, p.547-66, 1986.
- RAIJ, B. van. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.26, n.6, p.575-576, 1974.

RODRIGUES, J.C.; PALHARES, A.L. Efeito da aplicação de calcário nas propriedades químicas do solo e na produtividade da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., 1986, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Copersucar, 1986. p.303-320.

SANTOS, M.A.C., SOBRAL, A. F., MEDEIROS, A.P., PEREIRA, J.M.A. Effect of liming on the production of sugarcane and the fertility of the soil in the state of Pernambuco. In: CONGRESS OF THE ISSCT- INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 17., Manila, 1980. **Proceedings**. Manila: ISSCT, 1980. p.58-62.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SCHMEHL, W.R., HUMBERT, R.P. Nutrient deficiencies in sugar cane crops. In: SPRAGUE, H.B. (Ed.). Hunger signs in crops: *a symposium*. 3.ed. New York: David McKay, 1964. cap.12, p. 415-450.

SILVEIRA, J.F., SIQUEIRA, J.O., GUEDES, G.A.A. Interação fósforo x potássio x calcário em cana-de-açúcar (cana planta). **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.95, n.1, p.18-21, 1980.