

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 22

Campinas, março de 1963

N.º 17

## ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

### VII — ENSAIO PRELIMINAR DE ADUBAÇÃO N-P-K NO ARENITO DE BAURU (1)

R. ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-Açúcar, Instituto Agrônômico* e J. A. DE CAMARGO PACHECO, *engenheiro-agrônomo, Departamento da Produção Vegetal.*

#### RESUMO

No presente trabalho são apresentados os resultados obtidos em um experimento de adubação realizado em solo do arenito de Bauru, nunca adubado anteriormente, na Usina São Domingos, Catanduva, Estado de São Paulo. No estudo dos três principais elementos de fertilização, empregou-se um delineamento fatorial  $3^3$ . Os nutrientes foram pesquisados nos níveis, em kg/ha, de 0, 90 e 180 de nitrogênio, 0, 80 e 160 de  $P_2O_5$  e 0, 100 e 200 de  $K_2O$ , e empregados sob as formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Os resultados mostraram que o fósforo foi o elemento em mínimo no solo, tendo proporcionado os maiores aumentos de produção. O emprêgo da adubação fosfatada determinou um efeito favorável no teor de sacarose do caldo, sendo linear a relação entre as doses empregadas e os aumentos de açúcar por tonelada de cana. O nitrogênio apresentou um aumento linear de produção, sendo muito menos acentuado do que o verificado para o fósforo. O menor aumento foi verificado com o emprêgo do potássio.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Após uma série de trabalhos sôbre a adubação para a cultura da cana, nos quais ficou evidenciada a necessidade do fósforo em um número maior de casos (1, 2, 3, 4, 13), vem se realizando uma revisão dessas pesquisas nos diferentes tipos de solo do Estado de São Paulo com vistas, principalmente, às exigências da planta e modo de aplicação dos elementos fertilizantes (6, 7). Em prosseguimento a êsse plano, instalou-se um experimento em solo do arenito de Bauru, a fim de determinar níveis mais definidos para os nutrientes a serem utilizados em um estudo mais amplo da adubação da cana nesse tipo de solo. O objetivo dêste trabalho é apresentar os resultados obtidos nesse experimento.

(1) A análise de terra foi feita pela Seção de Fertilidade do Solo e os dados climáticos foram fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola, as quais os autores expressam os seus agradecimentos. Recebido para publicação em 19 de dezembro de 1962.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado na Usina São Domingos, no Município de Catanduva, em solo do arenito de Bauru (12), numa área que ainda não havia sido adubada, sendo êste o primeiro plantio de cana.

As principais características químicas dêsse solo eram:

pH .....	5,70
Carbonato total (C %) .....	0,78
Nitrogênio total (N %) .....	0,06
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (1) e.mg .....	0,05
K <sup>+</sup> trocável (2) .....	0,06
Ca <sup>++</sup> trocável (2) .....	0,47
Mg <sup>++</sup> trocável (2) .....	0,14

Para dar uma idéia das condições metereológicas durante o período em que foi realizado o presente estudo, acham-se resumidos no quadro 1 as observações feitas no pôsto mais próximo da Usina, o da Estação Experimental de Pindorama.

QUADRO 1. — Da los pluviométricos e médias mensais de temperatura na Estação Experimental de Pindorama, nos anos de 1958 e 1959

Meses	1 9 5 8		1 9 5 9	
	Chuva	Temp. média	Chuva	Temp. média
	mm	°C	mm	°C
Janeiro .....	204,0	24,9	212,1	23,8
Fevereiro .....	164,1	24,7	195,1	24,6
Março .....	79,9	23,5	135,5	22,8
Abril .....	79,6	21,2	35,4	24,2
Maijo .....	155,2	19,4	11,8	21,4
Junho .....	72,4	18,7	28,5	18,1
Julho .....	23,9	19,3	0,0	20,9
Agosto .....	5,4	21,4	43,3	20,1
Setembro .....	63,2	21,4	25,7	24,1
Outubro .....	149,0	23,2	163,9	24,1
Novembro .....	98,6	24,3	113,8	24,0
Dezembro .....	156,3	24,5	111,4	24,4

(1) Extraído com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N de 100 g de solo sêco ao ar.

(2) e.mg/100 g solo sêco ao ar.

O delineamento experimental usado foi um fatorial  $3^3$  (NPK). Os canteiros se constituíam de cinco linhas espaçadas de 1,50 m e 8,00 m de comprimento, sendo computadas apenas as três linhas centrais.

Os níveis adotados para os fertilizantes foram baseados em estudos já realizados em terra-roxa, (7). Empregaram-se, em kg/ha, 0, 90 e 180 de nitrogênio, 0, 80 e 160 de  $P_2O_5$  e 0, 100 e 200 de  $K_2O$ , fornecidos, respectivamente, pelo sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. O nitrogênio foi aplicado em três vêzes, sendo um têrço no plantio, um têrço em 23 de abril e o têrço restante em 21 de novembro. O fósforo foi totalmente empregado nos sulcos de plantio, sendo as doses de potássio aplicadas, a metade no plantio e a outra metade em abril, juntamente com a primeira aplicação de nitrogênio em cobertura. (5, 6).

Este experimento foi instalado com mudas da variedade Co. 419 (15), em 21 de fevereiro de 1958, e colhido em 11 de setembro de 1959, tendo recebido os tratamentos culturais usualmente dispensados à cultura da cana.

Para a análise do caldo retiraram-se 15 canas seguidas na linha central de cada canteiro, tendo-se utilizado para o cálculo do açúcar provável, a fórmula de Winter-Carp, Geerlig, modificada por Arceneaux (8), tomando-se 88% como eficiência das caldeiras (1).

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções obtidas em cana-planta, segundo os tratamentos, figuram no quadro 2.

A primeira inspeção ao experimento foi realizada em 23 de abril, ocasião em que as plantas tinham 1,5 mês de idade. Nessa época verificou-se que a brotação se havia processado normalmente e o "stand" era muito bom, praticamente sem falhas, em todos os tratamentos. Já se notava o efeito benéfico do fósforo pelo melhor desenvolvimento apresentado pelas plantas dos canteiros que haviam recebido êsse nutriente.

Quando as plantas tinham 5 meses de idade, em 6 de agosto, foi feita a última contagem de "stand", notando-se que não havia alteração à primeira contagem. Nessa ocasião observou-se extraordinário efeito benéfico do fósforo na brotação e desenvolvimento das plantas. As

plantas em ausência de fósforo apresentavam-se pouco desenvolvidas, não havendo, praticamente, diferenças entre os tratamentos sem êsse nutriente e o testemunha (sem adubo). O efeito benéfico da aplicação do nitrogênio só era observado nos tratamentos que haviam recebido a adubação fosfatada. Fato semelhante já fôra observado em estudos realizados em terra-roxa-misturada do Glacial, em que também se cultivava a cana pela primeira vez (6). Embora o potássio tenha contri-

QUADRO 2. — Produções de cana e açúcar obtidas em cana-planta da variedade Co. 419, de acôrdo com os tratamentos. Solo arenito de Bauru não adubado anteriormente. Usina São Domingos, Catanduva, 1959

Tratamentos (NPK)	Produções		
	Cana	Açúcar provável	
	t/ha	kgit. cana	t/ha
000	75,3	128,6	9,68
001	63,1	127,1	8,02
002	76,9	127,5	9,80
010	130,1	130,6	16,99
011	122,9	126,4	15,53
012	124,9	127,4	15,91
020	147,8	136,3	20,14
021	154,0	131,1	20,19
022	132,1	129,8	17,15
100	59,7	125,2	7,47
101	76,7	134,3	10,30
102	100,8	128,1	12,91
110	124,4	129,1	16,06
111	136,7	134,8	18,43
112	149,3	134,2	20,04
120	136,7	138,4	18,92
121	143,1	140,8	20,15
122	156,0	136,6	21,31
200	62,4	130,9	8,17
201	105,3	114,1	12,01
202	92,6	122,6	11,35
210	136,9	130,7	17,89
211	162,5	135,9	22,08
212	145,1	133,4	19,36
220	166,1	123,6	20,53
221	165,0	128,5	21,20
222	167,2	136,3	22,79

buído para um aumento na produção, não foi observado, até essa idade, efeito benéfico dêsse nutriente nas plantas.

As produções médias de cana e açúcar prováveis, correspondentes aos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio, são apresentados no quadro 3, constando a análise da variância do quadro 4.

QUADRO 3. — Produções médias de cana e açúcar da variedade Co.419, obtidas em cana-planta, correspondentes aos diferentes níveis de nitrogênio, fósforo e potássio. Solo arenito de Bauru, não adubado anteriormente. Usina São Domingos, Catanduva, 1959

Nutrientes	Níveis	Produções médias		
		Cana	Açúcar provável	
	kg/ha	t/ha	kg/t. cana	t/ha
N .....	0	114,1	129,4	14,82
	90	120,4	133,5	16,18
	180	133,7	128,4	17,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0	79,2	126,5	9,97
	80	137,0	131,4	18,03
	160	152,0	133,5	20,26
K <sub>2</sub> O .....	0	115,5	130,4	15,09
	100	125,5	130,3	16,43
	200	127,2	130,6	16,73

QUADRO 4. — Análise da variância dos resultados apresentados no quadro 2.

F.V.	G.L.	Cana		Açúcar provável			
		t/ha		kg/t. cana		t/ha	
		C.M.	D.	C.M.	D.	C.M.	D.
P <sub>L</sub> .....	1	23 849,28	209,70**	220,50	9,27	477,10	242,18**
P <sub>Q</sub> .....	1	2 742,05	24,11**	11,76		51,02	25,90**
K <sub>L</sub> .....	1	618,35	5,43*	0,35		12,12	6,15**
K <sub>Q</sub> .....	1	102,23		0,20		1,62	
N <sub>L</sub> P <sub>L</sub> .....	1	31,36		3,85		0,75	
N <sub>L</sub> K <sub>L</sub> .....	1	288,12		26,70		9,83	4,99**
P <sub>L</sub> K <sub>L</sub> .....	1	387,60		9,90		4,18	
Resíduo .....	15	113,73		23,78		1,97	

A primeira inspeção ao experimento foi realizada em 23 de abril, ocasião em que as plantas tinham 1,5 mês de idade. Nessa época verificou-se que a brotação se havia processado normalmente e o "stand"

estava muito bom praticamente sem falhas em todas as tratamentos. 15

Os resultados mostram que o nitrogênio influiu de modo apreciável na produção de cana e açúcar. Os aumentos médios em relação ao nível 0, em toneladas por hectare, foram de 6,3 e 19,6 de cana e 1,36 e 2,44 de açúcar, respectivamente, para as doses de 90 e 180 kg/ha de nitrogênio. O estudo estatístico revelou que os aumentos verificados com a aplicação deste nutriente foram altamente significativos e lineares, mostrando ainda interação  $N_L K_L$  significativa.

O fósforo foi o nutriente que proporcionou os maiores aumentos de produção. Os aumentos médios observados foram de 57,8 e 72,8 toneladas de cana e 8,06 e 10,29 de açúcar, correspondentes aos níveis de 80 e 160 kg/ha de  $P_2O_5$ . Verifica-se que esses aumentos não são proporcionais às doses empregadas, diminuindo, relativamente, com o aumento da dose. Esta relação é explicada pela curva exponencial de Mitscherlich.

O potássio proporcionou um aumento médio de 10 toneladas de cana e de 1,34 de açúcar para o emprêgo de 100 kg/ha de  $K_2O$ . Entre esta dose e a de 200 kg/ha, o aumento foi de apenas 1,7 e 0,30 toneladas, respectivamente, para cana e açúcar, embora a análise estatística revele um efeito linear. Os resultados da produção de cana, obtidos com nitrogênio, fósforo e potássio, neste experimento, vêm confirmar estudos já realizados em terra-roxa-misturada do Glacial, em áreas ainda não adubadas, nas quais, também, se cultivou cana pela primeira vez (6).

Com relação ao efeito dos nutrientes no teor de sacarose do caldo, observa-se que o nitrogênio teve um efeito favorável quando se empregou a primeira dose, isto é, 90 kg/ha de nitrogênio por hectare. Já com o emprêgo da dose de 180, verifica-se que houve diminuição do teor de sacarose do caldo em relação à dose menor.

A adubação fosfatada influiu favoravelmente no teor de sacarose do caldo. A análise estatística revela que a componente linear foi altamente significativa, o que indica que o aumento foi proporcional às doses empregadas.

O efeito do potássio não foi de molde a influenciar o teor de sacarose do caldo.

O efeito benéfico da adubação no teor de sacarose do caldo da cana-de-açúcar já fôra observado em estudos realizados entre nós (6, 10, 11) e por pesquisadores de outros países (9, 14).

#### 4 — CONCLUSÕES

A análise dos resultados, sob as condições do experimento, permite as seguintes conclusões:

a) O fósforo mostrou ser o elemento em mínimo no solo, tendo a sua aplicação proporcionado aumentos de 57,8 e 72,8 toneladas de cana por hectare, respectivamente, para as doses de 80 e 160 kg de  $P_2O_5$  por

hectare. A estes aumentos corresponderam 8,06 e 10,2 toneladas de açúcar. A adubação fosfatada proporcionou ainda efeito benéfico no teor de sacarose do caldo, sendo linear a relação entre as doses empregadas e o açúcar obtido por tonelada.

b) O emprêgo de 90 e 180 kg/ha de nitrogênio determinou aumentos na produção de cana, respectivamente de 6,3 e 19,6 toneladas, que corresponderam a 1,36 e 2,44 toneladas de açúcar. A análise dos resultados revelou uma relação linear entre as doses e as produções obtidas. A aplicação de 90 kg/ha dêste nutriente produziu um aumento no teor de sacarose do caldo, enquanto que a dose maior teve um efeito negativo, quando comparada com a primeira.

c) O potássio foi o nutriente que menos influenciou na produção, tendo-se verificado um aumento de 10 toneladas de cana, que corresponderam a 1,34 toneladas de açúcar, para o emprêgo de 100 kg de  $K_2O$  por hectare. Este nutriente não teve influência no teor de sacarose do caldo.

## FERTILIZER EXPERIMENTS WITH SUGAR CANE

### VII — PRELIMINARY RESULTS WITH N, P, AND K ON "ARENITO DE BAURU" TYPE OF SOIL

#### SUMMARY

The results obtained in a 3<sup>3</sup> factorial experiment on the applications of the three major elements for the sugar cane are presented in this paper.

The fertilizer levels used were, as follows: (1) Nitrogen, applied as ammonium sulphate at the rates of 0.90 and 180 k/ha; (2) phosphorus, applied as superphosphate at the rates of 0.80 and 160 k/ha of  $P_2O_5$ ; and (3) Potassium, as potassium chloride at the rates of 0.100 e 200 kg/ha of  $K_2O$ . All cultural operations were carried out as in commercial plantings.

The results indicated that phosphorus was the element that gave the highest yield increases, improved also the sugar content of the canes. Nitrogen also increased the yield linearly, but the effects were less noticeable than those of phosphorus.

The increase in yield due to potassium was lower than those of phosphorus and nitrogen.

#### LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. M. (júnior). Ensaios de adubação. Relatório da Seção de Cana-de-Açúcar do Instituto Agrônômico, para o ano de 1940. [Não publicado].
2. ——— Súmula dos trabalhos realizados pela Seção de Cana-de-Açúcar do Instituto Agrônômico, de 1935 a 1948. 1950. [Não publicado].
3. ———, ARRUDA, H. C. & RODRIGUES, A. J. (filho). A preliminary note on the field experimentation of the Cane Sugar Section, Inst. Agr. São Paulo-Brasil. In International Congress of Sugar Cane Technologists, 6 th, Baton Rouge, La., 1938. Proceedings, p. 672-679. (Separata).

4. ——— ALVAREZ, R., SEGALLA, A. L. [e outros]. Resultados de ensaios de adubação em Cana-de-açúcar. *Bragantia* 15:[28]-34. 1956.
5. ALVAREZ, R. & FREIRE, E. S. Adubação da cana-de-açúcar. VI — Fracionamento da doze de potássio. *Bragantia*. 21:[31]-43. 1962.
6. ———, AMARAL, A. Z. & ARRUDA, H. V. Ensaio de adubação NPK em cana-de-açúcar. *Bragantia* 19:[1061]-1069. 1960.
7. ———, ARRUDA, H. V. & GARGANTINI, H. Adubação da cana-de-açúcar. V — Ensaio preliminar de adubação NPK em terra-roxa. *Bragantia* 19:[361]-368. 1960.
8. ARCENEUX, G. A. A simplified method of theoretical sugar yield calculations. *Ind. Sugar J.* 38:264-265. 1935.
9. DILLEWIJN, C. VAN. Botany of sugarcane. Waltham, Mass. Chronica Botanica Co., 1952. 371p.
10. CAMARGO, T. & BOLLIGER, R. Influência do pH do solo sobre a porcentagem de açúcar na cana. Campinas, Instituto Agronômico, 1937. 14p. (Boletim técnico n.º 8).
11. COURY, T., MALAVOLTA, E., GOMES, F. P. [e outros]. A diagnose foliar na casa-de-açúcar. 1 — Resultados preliminares. Piracicaba, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 1957. 28p.
12. PAIVA, J. E. (netto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. [e outros]. Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.
13. SAMPAIO, S. C. Contribuição para o estudo da adubação dos canaviais paulistas. *Bragantia* 4:[533]-590. 1944.
14. SAMUEL, G., HUGO LOPES, M. A. & LANDRAUX, P. (júnior). Influência de fertilizantes sobre el contenido sacarose de la caña. *Mundo azuc.* 41(1):18-20. 1953.
15. SEGALLA, A. L. Variedades de cana-de-açúcar — III — Série de ensaios realizados no período de 1955 a 1958. *Bragantia* 20:[323]-356. 1961.