

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, março de 1965

N.º 16

## ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

### XII — EXPERIÊNCIAS COM MISTURAS DE FOSFATOS (1961-62) (1)

R. ALVAREZ e HÉLCIO DE OLIVEIRA, *engenheiros-agrônomo*s, *Seção de Cana-de-Açúcar*; A. C. P. WUTKE, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Fertilidade do Solo*; E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2), e E. ABRAMIDES, *engenheiro-agrônomo*, *Seção de Técnica Experimental, Instituto Agrônômico*

### RESUMO

Em 1961-62 foram conduzidas três experiências de adubação da cana-de-açúcar que comparavam, na presença de NK, superfosfato simples, fosforita de Olinda, fosfato de Araxá e misturas que continham um terço ou metade da dose de fósforo como superfosfato, sendo o resto fornecido por um dos fosfatos naturais. Esses adubos foram comparados, nas doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$  total, em solo do arenito Bauru, terra-roxa-misturada e solo massapê-salmourão.

As produções de cana-planta alcançaram níveis satisfatórios e o efeito médio do fósforo foi significativo nas três experiências. Em média destas e das três doses usadas, os aumentos de produção obtidos foram: com superfosfato, 25%; com os fosfatos naturais, 17%; com as misturas tendo um terço ou metade do fósforo como superfosfato, 22 e 29%, respectivamente. Não houve, praticamente, diferença entre os dois fosfatos naturais. Conquanto o efeito destes, quando empregados sòzinhos, tenha sido relativamente pequeno, o das misturas em que figuraram com metade da dose de fósforo foi até um pouco superior ao do superfosfato, indicando a possibilidade de reduzir-se o custo da adubação fosfatada da cana-de-açúcar.

### 1 — INTRODUÇÃO

Em trabalhos anteriores (1, 2, 3, 4, 5, 6), foram relatadas experiências comparando superfosfato com diversos fertilizantes fosfatados. No presente, são apresentados os resultados de três experiências, realizadas em 1961-62, comparando aquêle adubo padrão com fosforita de Olinda, fosfato de Araxá e com misturas em que 1/3 ou 1/2 das doses

(1) Recebido para publicação em 26 de novembro de 1964.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônômico. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados.

de  $P_2O_5$  total foram fornecidos por superfosfato e, o resto, por um dos fosfatos naturais.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

Em um *lattice* balanceado 5 x 5, com seis repetições, foram estudados, além de um tratamento sem fósforo (NK), seis com superfosfato simples (adiante designado como *super*), três com fosforita de Olinda (*olinda*), três com fosfato de Araxá (*araxá*) e três com uma das seguintes misturas: 1/3 de *super* + 2/3 de *olinda*, 1/3 de *super* + 2/3 de *araxá*, 1/2 de *super* + 1/2 de *olinda* e 1/2 de *super* + 1/2 de *araxá*. Os fosfatos e as misturas foram sempre empregados na presença de NK.

Dos fosfatos naturais, bem como das misturas com superfosfato, usaram-se as doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$ ; de superfosfato, além dessas doses, mais as de 25, 75 e 125 kg/ha. Todos os fosfatos foram analisados e empregados de acordo com seus teores de  $P_2O_5$  total.

De N e  $K_2O$  usaram-se, respectivamente, 80 e 120 kg/ha, nas formas de sulfato de amônio e cloreto de potássio. Metade da dose de potássio foi aplicada, juntamente com as doses totais de fósforo, na ocasião do plantio, e metade em cobertura, dois meses depois. Quanto ao nitrogênio, empregou-se metade da dose com a segunda metade da dose de potássio e, o restante, seis meses mais tarde.

Os adubos não foram previamente misturados, mas distribuídos um depois do outro, em cada aplicação. A aplicação inicial foi efetuada nos sulcos de plantio, cobrindo-se os adubos com leve camada de terra, para separá-los dos toletes ou mudas. A primeira cobertura, com metade das doses de potássio e nitrogênio, foi feita, também, nesses sulcos, que, na ocasião, ainda não estavam inteiramente nivelados.

Os canteiros tiveram cinco fileiras de 8 m de comprimento, espaçadas de 1,50 m. Para observações e colheita, utilizaram-se somente as três fileiras centrais ou 36 m<sup>2</sup>. Os toletes foram colocados nos sulcos em seqüência ininterrupta. Usou-se sempre a variedade CB 41/76.

Esse plano foi executado em três experiências, plantadas no fim de fevereiro ou no princípio de março de 1961 e colhidas 18 meses depois. Para as três, utilizaram-se áreas em que se cultivava cana pela primeira vez e que, segundo as informações, nunca haviam sido adu-

badas. Uma delas foi conduzida em solo derivado do arenito Bauru, na fazenda São José, pertencente à usina Campestre e situada no município de Penápolis; outra, em terra-roxa-misturada, numa área de cerrado recém-desbravado da usina São Francisco, município de Sertãozinho; a terceira, em solo massapê-salmourão da fazenda Campo Alegre, pertencente à usina Itaiquara e situada no município de Tapiratiba (3).

QUADRO 1. — Experiências de adubação da cana-de-açúcar com misturas de fosfatos. Resultados analíticos (1) de amostras compostas dos solos utilizados na fazenda São José (solo derivado do arenito Bauru), na usina São Francisco (terra-roxa-misturada, com vegetação de cerrado) e na fazenda Campo Alegre (solo massapê-salmourão)

Características	São José	São Francisco	Campo Alegre
pH internacional .....	5,25	5,20	5,15
C, % .....	0,69	1,43	2,58
N, % .....	0,06	0,09	0,17
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , e. mg(2) .....	0,02	0,02	0,04
K <sup>+</sup> , e. mg(3) .....	0,09	0,07	0,12
Ca <sup>++</sup> , e. mg(3) .....	0,30	0,50	0,60
Mg <sup>++</sup> , e. mg(3) .....	0,85	0,70	0,85
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> , e. mg(3) .....	2,50	5,80	11,20

(1) Análises efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo, Instituto Agrônômico.

(2) Solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N, por 100 g de solo.

(3) Trocáveis, por 100 g de solo.

No quadro 1 se encontram os resultados analíticos de amostras compostas dos solos utilizados, as quais foram tiradas e analisadas de acordo com os métodos recomendados por Catani e colaboradores (7). As características gerais desses solos foram estudadas por Paiva e colaboradores (8). Segundo trabalho mais recente (9), os solos das fazendas São José e Campo Alegre e da usina São Francisco são classificados, respectivamente, nos grandes grupos Latosol Vermelho Escuro—fase arenosa, Latosol Vermelho Amarelo—orto e Latosol Roxo.

Para dar uma idéia das condições meteorológicas durante a exe-

(9) Os autores agradecem aos senhores Waldemar Baldo, da usina São Francisco, Silvio Lima Dias, da usina Itaiquara, e ao gerente da usina Campestre, pelas facilidades proporcionadas durante a execução das experiências.

ção das experiências, no quadro 2 são apresentadas as temperaturas médias e as quantidades mensais de chuva observadas nos postos mais próximos das áreas estudadas.

QUADRO 2. — Experiências de adubação da cana-de-açúcar com misturas de fosfatos. Temperaturas médias, em °C, e chuvas mensais, em mm, observadas, durante a execução das experiências, em Pindorama, Ribeirão Preto e Mococa, postos mais próximos, respectivamente, da fazenda São José, da usina São Francisco e da fazenda Campo Alegre (¹)

Anos e meses	Pindorama		Ribeirão Preto		Mococa	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm
<b>1961</b>						
Janeiro .....	23,8	381	22,9	257	22,9	178
Fevereiro .....	23,4	361	22,7	327	22,5	364
Março .....	23,7	164	23,1	133	22,5	235
Abril .....	22,6	96	21,7	84	21,6	101
Maio .....	20,1	122	19,2	67	19,6	35
Junho .....	19,5	0	18,8	5	19,2	0
Julho .....	19,8	0	18,7	0	19,0	0
Agosto .....	21,8	9	21,0	5	21,5	3
Setembro .....	25,8	2	25,7	3	25,9	0
Outubro .....	24,5	93	23,4	116	24,4	78
Novembro .....	24,9	144	24,5	190	24,0	180
Dezembro .....	22,9	235	22,1	141	22,0	197
<b>1962</b>						
Janeiro .....	23,8	216	23,4	200	23,2	170
Fevereiro .....	23,8	158	23,4	149	23,0	292
Março .....	23,4	208	22,5	316	22,6	321
Abril .....	22,0	12	21,9	15	21,6	37
Maio .....	19,1	9	18,6	35	18,2	63
Junho .....	16,9	72	16,5	68	16,3	25
Julho .....	16,7	7	16,6	6	17,0	5
Agosto .....	19,9	15	19,7	21	20,1	31

(¹) Dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônomico.

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os «stands» foram geralmente bons e as produções, que se acham no quadro 3, atingiram níveis satisfatórios nas três experiências.

**Fazenda São José** — Na experiência desta fazenda o coeficiente de variação correspondeu a 13% e o efeito do fósforo, em média de tôdas as doses e formas, atingiu +21,3 t/ha de cana (+31%) e foi significativo. Tomando somente as doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$ , êsse efeito foi de +20,8 t/ha (+30%).

Entre as doses de *super*, de *olinda* e de *araxá*, não houve diferenças significativas. Os resultados mostram que os efeitos de *olinda* e *araxá* foram equivalentes e muito menores que o de *super*. Entre êste fertilizante e qualquer das misturas de fosfatos, as diferenças também não foram significativas, notando-se, porém, que aquelas em que *super* entrou com metade da dose proporcionaram produções até um pouco superiores às obtidas com o fosfato padrão.

Tendo a produção com NK alcançado 68,4 t/ha, foram os seguintes, em t/ha, os aumentos médios provocados pelos adubos estudados:

<i>super</i> .....	22,2	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	20,2
<i>olinda</i> .....	13,1	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	21,6
<i>araxá</i> .....	14,4	1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	26,1
		1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	28,1

Deve-se acrescentar que os aumentos provocados pelas doses de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de *super* foram de, respectivamente, 13,3, 14,0, 28,3, 29,0, 32,6 e 23,7 t/ha. Portanto, a dose de 150 kg/ha mostrou-se excessiva em relação à de 125 kg/ha, cujo efeito correspondeu a 48% da produção com NK.

**Usina São Francisco** — O coeficiente de variação foi baixo, de 10%, e o efeito médio do fósforo (de tôdas as doses e formas) alcançou +20,0 t/ha (+28%), sendo altamente significativo. Com as doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$ , êsse efeito foi de +19,8 t/ha.

As diferenças entre essas três doses não foram significativas. Estatisticamente, *super* não diferiu de *olinda*, de *araxá* ou de qualquer das misturas estudadas. Verifica-se, contudo, que em média das três doses, *araxá* apresentou a menor produção e as misturas contendo metade da dose na forma de *super* proporcionaram produções um pouco superiores à de *super* sozinho.

A produção com NK atingiu 72,5 t/ha e os aumentos devidos aos diversos fosfatos, em média das doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$ , foram os seguintes, em t/ha:

<i>super</i> .....	18,6	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	18,4
<i>olinda</i> .....	18,4	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	22,1
<i>araxá</i> .....	14,6	1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	22,7
		1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	23,5

QUADRO 3. — Experiências de adubação da cana-de-açúcar com misturas de fosfatos. Produções de cana-planta, em toneladas por hectare, obtidas nas experiências realizadas, em 1961-62, na fazenda São José, na usina São Francisco e na fazenda Campo Alegre, situadas, respectivamente, nos municípios de Penápolis, Sertãozinho e Tapiratiba, Estado de São Paulo

Tratamentos (*)	São José	São Francisco	Campo Alegre
NK .....			
NK + 25 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como <i>super</i> .....	68,4	72,5	70,7
NK + 75 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como <i>super</i> .....	81,7	99,6	80,2
NK + 125 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como <i>super</i> .....	96,7	85,2	82,6
NK + 125 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como <i>super</i> .....	101,0	96,7	73,6
NK + 50 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como:			
<i>super</i> .....	82,4	90,3	80,3
<i>olinda</i> .....	77,7	92,3	76,5
<i>araxá</i> .....	77,2	98,6	76,8
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	79,6	89,9	79,0
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	84,9	100,4	75,2
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	84,0	85,3	79,8
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	91,6	106,6	83,2
NK + 100 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como:			
<i>super</i> .....	97,4	94,0	87,6
<i>olinda</i> .....	81,1	88,9	78,5
<i>araxá</i> .....	87,4	80,6	78,3
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	92,7	90,4	78,3
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	88,7	90,2	73,5
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	97,8	97,7	81,4
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	94,7	84,9	81,4
NK + 150 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> como:			
<i>super</i> .....	92,1	89,0	81,3
<i>olinda</i> .....	85,6	91,5	78,6
<i>araxá</i> .....	83,7	82,2	72,9
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	93,4	92,3	74,2
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	96,5	93,2	74,7
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	101,6	102,5	82,0
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	103,2	96,6	82,1

(\*) Os símbolos *super*, *olinda* e *araxá* significam, respectivamente, superfosfato, fosforita de Olinda e fosfato de Araxá. As doses foram calculadas de acordo com o teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total de cada adubo.

Os efeitos das doses de 25, 50, 75, 100, 125 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de *super* corresponderam a +27,1, +17,8, +12,7, +21,5, +24,2 e +16,5 t/ha. É provável que se deva essa variação, não esperada, ao fato de ter sido a experiência instalada em área de cerrado recém-desbravado e, portanto, desuniforme.

É interessante observar que, não obstante tratar-se de experiência em área com vegetação de cerrado, tanto em média dos tratamentos com NPK como no que só recebeu NK, as produções foram equivalentes às obtidas nas outras experiências, conduzidas em terras chamadas «de cultura».

**Fazenda Campo Alegre** — O coeficiente de variação correspondeu a 12% e o efeito médio do fósforo (com tôdas as doses e formas), conquanto significativo ao nível de 5%, foi de apenas +8,1 t/ha (+11%). Exatamente a mesma media foi obtida com as doses de 50, 100 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Com qualquer dos fosfatos ou das misturas em estudo, as diferenças entre essas tres doses não foram significativas.

Nesta experiência, embora o efeito geral do fósforo tenha sido menor do que os verificados nas duas anteriores, os fosfatos naturais, tanto empregados sôzinhos como misturados com 1/3 de *super*, foram inferiores a *super*; todavia, nas misturas em que participaram com a metade da dose, comportaram-se tao bem quanto o adubo padrão.

A produção com NK atingiu 70,7 t/ha e os aumentos médios proporcionados pelos diversos fosfatos foram os seguintes, em t/ha:

<i>super</i> .....	12,4	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	6,5
<i>olinda</i> .....	7,2	1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	3,8
<i>araxá</i> .....	5,3	1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	10,4
		1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	11,5

Quanto aos tratamentos com 25, 50, 75, 100, 125 e 150 kg/ha de  $P_2O_5$  como *super*, suas respostas corresponderam, respectivamente, a +9,5, +9,6, +11,9, +16,9, +2,9 e +10,6 t/ha. Vê-se que elas só cresceram, e lentamente, até a dose de 100 kg/ha, tendo atingido, com essa dose, +24%.

**Apreciação geral** — Em vista do exposto e do pequeno número de experiências, uma em cada tipo de solo, as médias das três, que se

QUADRO 4. — Experiências de adubação da cana-de-açúcar. Aumentos percentuais obtidos, em três localidades, pela adição, a NK, de superfosfato simples (*super*), fosforita de Olinda (*olinda*), fosfato de Araxá (*araxá*) ou das misturas indicadas (<sup>1</sup>)

Formas de fósforo	São José	São Francisco	Campo Alegre	Médias
<i>super</i> .....	32	26	18	25
<i>olinda</i> .....	19	25	10	18
<i>araxá</i> .....	21	20	7	16
Médias .....	20	23	9	17
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>olinda</i> .....	30	25	9	21
1/3 de <i>super</i> + 2/3 de <i>araxá</i> .....	32	30	5	23
Médias .....	31	28	7	22
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>olinda</i> .....	38	31	15	28
1/2 de <i>super</i> + 1/2 de <i>araxá</i> .....	41	32	16	30
Médias .....	40	32	16	29
Médias gerais .....	30	27	11	23

(<sup>1</sup>) Os aumentos se baseiam nas médias das produções obtidas com as doses de 50, 100 e 150 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total (ver detalhes no quadro 3).

acham na última coluna do quadro 4, dão melhor idéia da eficiência relativa dos adubos estudados.

Verifica-se que os resultados proporcionados pelas misturas, particularmente aquelas em que *olinda* ou *araxá* contribuíram com metade da dose de fósforo, são muito animadores, pois indicam a possibilidade de reduzir-se a despesa com a adubação fosfatada da cana-de-açúcar.

#### 4 — CONCLUSÕES

A análise estatística dos dados apresentados permite as seguintes conclusões:

a) O efeito de superfosfato simples foi superior ao dos fosfatos de Olinda e de Araxá, no solo massapê-salmourão e no derivado do arenito Bauru, e equivalente ao desses fosfatos, na terra-roxa-misturada.

b) As misturas de superfosfato com os fosfatos naturais propor-

cionaram efeitos equivalentes aos da aplicação do fosfato solúvel sozinho.

## SUPERPHOSPHATE MIXTURES WITH ROCK PHOSPHATES FOR SUGAR CANE FERTILIZATION (1961-62)

### SUMMARY

In the three experiments reported ordinary superphosphate was compared, in the presence of NK, with Olinda and Araxá phosphates (ground natural phosphates), and mixtures containing 1/3 or 1/2 of the phosphorus dosis as superphosphate, the remaining being supplied by one of the natural phosphates. These fertilizers were compared at the doses of 50, 100 and 150 kilograms of total  $P_2O_5$  per hectare, on three different soil types of the State of São Paulo with pH around 5.20.

Satisfactory yields and significant responses to phosphorus were obtained in the three experiments. In the average of these and of the three rates of application, the yield increases were the following: with superphosphate, 25%; with the natural phosphates, 17%; with the mixtures containing two thirds or half the phosphorus doses as natural phosphates, 22 and 29%, respectively. Practically, there was no difference between Olinda and Araxá phosphate.

### LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, R., ARRUDA, H. V., WUTKE, A. C. P. & FREIRE, E. S. Adubação da cana-de-açúcar. X — Experiências com diversos fosfatos (1959-1960). *Bragantia* (no prelo).
2. ———, MIRANDA, C. A. B. & OLIVEIRA, H. Fertilizantes fosfatados na cultura da cana-de-açúcar em terras de baixada do litoral. *Bragantia* 22:XXXI-XXXIII. 1963.
3. ———, OMETTO, J. C., WUTKE, A. C. P. (e outros). Adubação da cana-de-açúcar. XI — Experiências com diversos fosfatos (1961 a 1963). *Bragantia* (no prelo).
4. ———, SEGALLA, A. L. & ARRUDA, H. V. Fertilizantes fosfatados na cultura da cana-de-açúcar em terra-roxa-misturada. *Bragantia* 22: I-III. 1963.
5. ———, ———, CATANI, R. A. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. I — Adubação fosfatada em solo massapé-salmourão. *Bragantia* 16:[65]-72. 1957.
6. ———, ———, ———. Adubação da cana-de-açúcar. IV — Fertilizantes fosfatados. *Bragantia* 17:[355]-362. 1958.
7. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. 29p. (Boletim n.º 69).
8. PAIVA, J. E. (neto), 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.
9. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (Boletim n.º 12).