

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 24

Campinas, janeiro de 1965

N.º 1

ADUBAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

X — EXPERIÊNCIAS COM DIVERSOS FOSFATOS (1959-60) ⁽¹⁾

R. ALVAREZ, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cana-de-Açúcar, H. VAZ DE ARRUDA, engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Ribeirão Preto* ⁽²⁾, A. C. PIMENTEL WUTKE, *engenheiro-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo*, e E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* ⁽³⁾, *Instituto Agrônomo*

RESUMO

Como parte de um programa que vem sendo executado desde 1950, foram conduzidas, em 1959-60, em diferentes localidades do Estado de São Paulo, três experiências para estudar o efeito de diversos fosfatos sobre a produção de cana-planta, empregando-se, na presença de NK, doses de 50, 100 e 150 kg/ha de P_2O_5 .

Nas três experiências, as produções atingiram níveis elevados e o efeito médio do fósforo foi positivo e significativo. Em uma delas, instalada em terra-roxa-misturada, os fosfatos naturais (fosforita de Olinda e fosfato Alvorada) mostraram-se estatisticamente equivalentes aos fosfatos solúveis (superfosfato simples, superfosfato triplo e termofosfato); todavia, nas outras duas, em terra-roxa-legítima e em solo massapê-salmourão, os solúveis superaram significativamente os naturais. As diferenças entre os dois fosfatos naturais foram sempre muito pequenas; entre os solúveis, variaram apreciavelmente em cada experiência, mas no conjunto seus efeitos foram equivalentes.

1 — INTRODUÇÃO

Dada a importância da adubação fosfatada para o Estado de São Paulo, a Seção de Cana-de-açúcar, a partir de 1950, tem conduzido experiências comparativas de várias formas de fósforo (1, 2, 3, 4). O objetivo do presente trabalho é relatar os resultados de mais três dessas experiências, realizadas em 1959-60.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 9 de setembro de 1964.

⁽²⁾ Atualmente no Instituto Biológico do Estado de São Paulo.

⁽³⁾ Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônomo. Sua colaboração no presente trabalho foi prestada na apresentação e interpretação dos resultados obtidos.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O delineamento experimental constou de um *lattice* balanceado, com 16 tratamentos e cinco repetições, tendo-se estudado, além de um tratamento sem fósforo (NK), cinco adubos fosfatados, na presença de NK e em três níveis de P_2O_5 : 50, 100 e 150 kg/ha.

Os fosfatos comparados — superfosfato simples, superfosfato triplo, termofosfato (de origem japonesa), fosforita de Olinda e fosfato Alvorada (denominado, em experiências anteriores, fosfato do Morro do Serrote) — foram analisados, sendo as citadas doses calculadas de acordo com seus teores totais de P_2O_5 .

De N e K_2O usaram-se sempre 150 kg/ha, nas formas de, respectivamente, sulfato de amônio e cloreto de potássio. Metade da dose de potássio foi empregada, juntamente com as doses totais de fósforo, na ocasião do plantio, e metade em cobertura, dois meses depois. Quanto ao nitrogênio, metade da dose foi aplicada com a segunda metade da dose de potássio, sendo a parte restante empregada seis meses mais tarde. 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 nitrogênio e potássio, foi feita, também, nesses sulcos, que, na ocasião, ainda não estavam inteiramente nivelados.

Os canteiros constaram de cinco fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,50 m, sendo computadas somente as três linhas centrais, correspondentes a 45 m². Os toletes foram colocados nos sulcos em seqüência ininterrupta. Usou-se sempre a variedade CB 41/76.

Segundo esse plano, instalaram-se várias experiências, mas, por fatores diversos, perderam-se algumas. As três aproveitadas foram plantadas na segunda quinzena de fevereiro de 1959 e colhidas aos 18 meses de idade. Uma delas foi conduzida na fazenda Santa Escolástica, município de Araras, numa área de terra-roxa-legítima que vinha sendo cultivada com cana havia alguns anos; outra, na usina Santa Lídia, Ribeirão Preto, em terra-roxa-misturada, numa área de antigo cafézal; a terceira, na fazenda Barreiro, situada no município de Tapiratiba e pertencente à usina Itaiquara, em solo massapê-salmourão cultivado com cana nos últimos anos (4).

(4) Os autores agradecem aos senhores J. A. Gentil C. Sousa, da fazenda Santa Escolástica, Sílvio Lima Dias, da usina Itaiquara, e Luiz Antônio Pinto, da usina Santa Lídia, pelas facilidades proporcionadas durante a execução das experiências.

QUADRO 1. — Experiências com diversos fosfatos. Resultados analíticos ⁽¹⁾ de amostras compostas dos solos utilizados na fazenda Santa Escolástica (terra-roxa-legítima), na usina Santa Lídia (terra-roxa-misturada) e na fazenda Barreiro (solo massapê-salmourão)

Características	Santa Escolástica	Santa Lídia	Barreiro
pH internacional	5,50	6,10	5,90
C, %	1,44	1,74	1,44
N, %	0,14	0,16	0,17
PO ₄ ⁻³ , e. mg ⁽²⁾	0,07	0,06	0,07
K+, e. mg ⁽³⁾	0,04	0,14	0,26
Ca ⁺⁺ , e. mg ⁽³⁾	2,18	6,23	5,10
Mg ⁺⁺ , e. mg ⁽³⁾	0,84	1,84	1,80

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

⁽²⁾ Solúvel em H₂SO₄ 0,05 N. por 100 g de solo.

⁽³⁾ Trocáveis, por 100 g de solo.

As características gerais dos solos estudados foram descritas por Paiva e colaboradores (6). Deve-se dizer que, de acôrdo com trabalho mais recente (7), o solo das áreas utilizadas na fazenda Santa Escolástica e na usina Santa Lídia é classificado como Latosol Roxo e, o da fazenda Barreiro, como Podzólico Vermelho Amarelo-orto. No quadro 1 se encontram os resultados analíticos de amostras compostas dos solos em estudo, as quais foram tiradas ao serem instaladas as experiências e analisadas segundo os métodos recomendados por Catani e colaboradores (5).

Para dar uma idéia das condições meteorológicas durante a execução das experiências, são apresentadas, no quadro 2, as temperaturas médias e as quantidades mensais de chuva observadas nos postos mais próximos das áreas estudadas.

3 — RESULTADOS

As produções obtidas, que foram muito boas nas três experiências, acham-se no quadro 3.

Fazenda Santa Escolástica — Na experiência desta localidade, o efeito médio do fósforo, +14,2 t/ha ou +10%, foi significativo, mas as três doses proporcionaram praticamente os mesmos resultados, indicando que a menor, de 50 kg/ha de P₂O₅, foi suficiente.

QUADRO 2. — Experiências com diversos fosfatos. Temperaturas médias, em °C, e chuvas mensais, em mm, observadas em Limeira, Ribeirão Preto e Mococa, postos mais próximos, respectivamente, da fazenda Santa Escolástica, da usina Santa Lídia e da fazenda Barreiro, durante a execução das experiências (1)

Anos e meses	Limeira		Ribeirão Preto		Mococa	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm
1959						
Janeiro	22,7	278	23,1	494	23,1	336
Fevereiro	23,4	244	24,6	69	24,3	103
Março	21,6	191	22,4	199	22,2	153
Abril	22,8	40	23,3	43	23,1	41
Maio	19,4	38	20,7	52	20,6	9
Junho	16,3	10	17,6	9	17,9	3
Julho	19,1	0	19,9	0	20,3	0
Agosto	18,3	63	19,5	51	19,6	32
Setembro	21,7	13	23,7	22	23,8	39
Outubro	21,9	110	24,0	99	23,9	71
Novembro	21,8	112	23,5	195	23,1	210
Dezembro	22,8	186	23,7	184	23,4	174
1960						
Janeiro	22,5	257	23,2	293	23,0	278
Fevereiro	21,6	307	22,4	327	22,2	224
Março	21,6	124	22,9	164	22,8	83
Abril	19,6	26	20,8	51	20,7	81
Maio	16,6	112	17,8	55	17,7	98
Junho	16,4	64	17,6	26	17,6	52
Julho	17,2	0	18,1	0	17,9	1
Agosto	19,4	26	21,0	15	21,3	8

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

A interação doses x formas de fósforo não foi significativa. Comparando a média das produções fornecidas pelos fosfatos solúveis (superfosfato simples, superfosfato triplo e termofosfato) com a dos naturais (fosforita de Olinda e fosfato Alvorada), verificou-se ser significativa a diferença a favor dos primeiros. Efetivamente, enquanto a resposta média dos solúveis correspondeu a +17,2 t/ha (+12%), a provocada pelos naturais baixou para +9,8 t/ha (+7%).

Na parte inferior do quadro 3, observa-se que, em média das três doses, superfosfato triplo e termofosfato se comportaram igualmente e foram um pouco superiores a superfosfato simples; observa-se, também, que fosfato Alvorada e fosforita de Olinda praticamente não diferiram entre si.

Usina Santa Lídia — Nesta experiência, verificaram-se muitas falhas em alguns canteiros, tendo-se eliminado um dos blocos. Ficando com quatro repetições, foi analisada como blocos ao acaso.

O efeito médio do fósforo correspondeu a +21,5 t/ha (+13%) e foi significativo. Como na experiência anterior, não houve diferença significativa entre as doses; por conseguinte, a de 50 kg/ha' de P_2O_5 foi suficiente.

A interação doses x formas de fósforo não foi significativa. Embora, em média, os fosfatos solúveis tenham proporcionado melhor produção que os naturais, os dois grupos não diferiram estatisticamente. Em média das três doses, os efeitos de superfosfato triplo, superfosfato simples e termofosfato corresponderam, respectivamente, a +26,4, +24,1 e +18,5 t/ha; os de fosforita de Olinda e fosfato Alvorada, a +21,2 e +17,5 t/ha.

Fazenda Barreiro — O efeito médio do fósforo foi significativo e aumentou significativamente com as doses empregadas. Em média dos diversos fosfatos, as respostas às doses de 50, 100 e 150 kg/ha de P_2O_5 corresponderam, respectivamente, a +5,5, +15,3 e +17,8 t/ha (+4, +11 e +12%).

Não tendo sido significativa a interação doses x formas de fósforo, a diferença entre os dois grupos de fosfatos pode ser apreciada pelas médias das três doses. Enquanto o efeito médio dos solúveis atingiu +18,1 t/ha, o dos naturais baixou para tão somente +5,0 t/ha.

Dentro dos grupos de fosfatos, as diferenças não foram significativas. Efetivamente, os dois fosfatos naturais pouco diferiram; entre os solúveis, porém, as diferenças foram apreciáveis, pois as respostas a superfosfato triplo, superfosfato simples e termofosfato corresponderam, respectivamente, a +12,8, +19,3 e +22,3 t/ha. Isso, conforme indicado, em média das três doses. Com a dose maior, as respostas aos solúveis alcançaram, na mesma ordem, +17,0, +27,4 e +29,8 t/ha ou +12, +19 e +21%.

4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nas experiências relatadas, as produções atingiram níveis elevados e o efeito do fósforo foi significativo, condições essenciais para se manifestarem eventuais diferenças entre os fosfatos estudados.

QUADRO 3. — Experiências com diversos fosfatos. Produções de cana-planta, em toneladas por hectare, obtidas nas experiências realizadas, em 1959-60, na fazenda Santa Escolástica, na usina Santa Lídia e na fazenda Barreiro, situadas, respectivamente, nos municípios de Araras, Ribeirão Preto e Tapiratiba, Estado de São Paulo

Tratamentos	Santa Escolástica	Santa Lídia	Barreiro
NK	143,9	170,0	144,2
NK+50 kg/ha de P ₂ O ₅ como			
Superfosfato simples	156,7	187,8	155,7
Superfosfato triplo	164,5	206,8	153,5
Termofosfato	159,7	192,2	159,9
Fosforita de Olinda	156,1	191,9	144,0
Fosfato Alvorada	156,9	193,9	135,6
NK+100 kg/ha de P ₂ O ₅ como			
Superfosfato simples	159,6	201,5	163,1
Superfosfato triplo	167,3	194,3	156,3
Termofosfato	165,8	199,5	165,5
Fosforita de Olinda	149,3	188,5	159,2
Fosfato Alvorada	152,0	185,2	153,5
NK+150 kg/ha de P ₂ O ₅ como			
Superfosfato simples	161,0	193,1	171,6
Superfosfato triplo	154,5	188,0	161,2
Termofosfato	160,5	173,8	174,0
Fosforita de Olinda	154,3	193,3	148,2
Fosfato Alvorada	153,9	183,4	155,0
MÉDIAS DAS TRÊS DOSES			
Superfosfato simples	159,1	194,1	163,5
Superfosfato triplo	162,1	196,4	157,0
Termofosfato	162,0	188,5	166,5
Fosforita de Olinda	153,2	191,2	150,5
Fosfato Alvorada	154,3	187,5	148,0

Cada experiência foi conduzida em um tipo de solo. Assim, as conclusões seriam, em resumo: nas experiências das fazendas Santa Escolástica e Barreiro, instaladas, respectivamente, em terra-roxa-legítima e solo massapê-salmourão, os fosfatos solúveis superaram significativamente os naturais, ao passo que na usina Santa Lídia, em terra-roxa-misturada, os dois grupos de fosfatos se mostraram equivalentes. Entre os fosfatos naturais, as diferenças foram sempre pequenas; entre os solúveis, porém, em Santa Lídia e Barreiro foram apreciáveis, embora não significativas.

Como a interação doses x formas de fósforo não foi significativa em qualquer das experiências, os aumentos médios de produção proporcionados pelas três doses, apresentados no quadro 4, exprimem numericamente os resultados.

QUADRO 4. — Aumentos percentuais (médias das três doses) de produção proporcionados, pelos fosfatos indicados, nas três experiências de adubação da cana-de-açúcar cujos detalhes foram apresentados no quadro 3

Fosfatos	Aumentos percentuais obtidos em			
	S. Esc.	S. Lídia	Barreiro	Médias
Superf. simples	11	14	13	13
Superf. triplo	13	16	9	13
Termofosfato	13	11	15	13
Fosf. de Olinda	6	12	4	8
Fosf. Alvorada	7	10	3	7

Conquanto os diversos fosfatos se tenham comportado diferentemente nas três localidades, em face do número limitado de experiências não é razoável atribuírem-se as diferenças exclusivamente aos tipos de solo, mesmo porque as áreas utilizadas diferiam, também, quanto às características químicas e ao histórico da ocupação anterior. Tendo isso em vista, as médias da última coluna do quadro 4 servem para uma apreciação geral da eficiência relativa dos cinco fosfatos, na produção de cana-plantã.

Em trabalhos anteriores (1, 2, 3, 4) foram estudados os resultados de semelhantes experiências, instaladas em vários tipos de solo, e existem outras a serem relatadas em futuro próximo. Possivelmente, o

estudo conjunto de tôdas essas experiências fornecerá dados mais conclusivos sôbre o assunto.

SOURCES OF PHOSPHORUS FOR SUGAR CANE (1959-60)

SUMMARY

Three experiments were conducted in 1959-60 in the State of São Paulo to study the efficiency of different sources of phosphorus for the production of sugar cane, using 50, 100 and 150 kilograms of total P_2O_5 per hectare in the presence of NK.

Phosphorus significantly increased the yields in all of the experiments. In one of them, on «terra-roxa-misturada» type of soil, the natural phosphates (local rock phosphates) were statistically equivalent to the soluble phosphates (standard superphosphate, treble superphosphate and thermophosphate); however, in the other two experiments, on «terra-roxa-legítima» and «massapê-salmourão» soils, the soluble phosphates showed to be significantly better. The differences between the two natural phosphates were always small; among the soluble ones they were appreciable, but not significant.

LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, R., 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.
2. ———, SEGALLA, A. L. & ARRUDA, H. V. Fertilizantes fosfatados na cultura da cana-de-açúcar em terra-roxa-misturada. *Bragantia* 22:I-III. 1963.
3. ———, ———, CATANI, R. A. & ARRUDA, H. V. Adubação da cana-de-açúcar. I — Adubação fosfatada em solo massapê-salmourão. *Bragantia* 16:[65]-72. 1957.
4. ———, ———, ———. Adubação da cana-de-açúcar. IV — Fertilizantes fosfatados. *Bragantia* 17:[355]-362. 1958.
5. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas. Instituto Agronômico, 1955. 29p. (Boletim n.º 69)
6. PAIVA, J. R. (neto), CATANI, R. A., KÜPPER, A. (e outros). Observações gerais sôbre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.
7. 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)