

# BRAGANTIA

*Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo*

Vol. 20

Campinas, maio de 1961

N.º 16

## ADUBAÇÃO DO MILHO

### XXII — ENSAIOS COM DIVERSOS FOSFATOS (8.ª SÉRIE) (1)

G. P. VIÉGAS, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais*, E. S. FREIRE, *engenheiro-agrônomo* (2) e NELSON C. SCHMIDT, *engenheiro-agrônomo, Estação Experimental de Pindamonhangaba, Instituto Agrônômico.*

#### RESUMO

Neste artigo são estudados os resultados de três ensaios de adubação do milho, conduzidos em 1958-1959 em diferentes localidades do Estado de São Paulo, nos quais superfosfato foi empregado em doses crescentes, sendo que a dose maior, correspondente a 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , também serviu para compará-lo com fosforita de Olinda e apatita de Araxá, empregados em igual quantidade de  $P_2O_5$  total.

O efeito do fósforo foi muito grande em dois desses ensaios, mas apenas sofrível no terceiro. Conquanto se trate dos resultados de um só ano, nos dois primeiros ensaios os fosfatos naturais comportaram-se relativamente bem, pois, em média, a relação entre os efeitos de superfosfato, fosforita de Olinda e apatita de Araxá foi 100:71:56. No terceiro ensaio, instalado em solo bastante ácido e com elevado teor de matéria orgânica, fosforita de Olinda mostrou-se um pouco superior a superfosfato. Neste ensaio, em que a adição de pequena dose de fósforo assimilável satisfizes ao complexo solo-planta, parece que aquêles fosfato pôde fornecer o suplemento necessário e que, na forma de superfosfato, a dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  foi excessiva. Mesmo nas citadas condições o efeito da apatita foi muito inferior aos dos outros fosfatos.

#### 1 — INTRODUÇÃO

Em continuação aos artigos publicados sôbre a eficiência de vários fosfatos para a adubação do milho no Estado de São Paulo (2, 5, 6, 7, 8, 9, 10), no presente trabalho são relatados os resultados obtidos em três ensaios conduzidos em 1958-59, nos quais superfosfato foi comparado com dois fosfatos naturais, sendo êstes empregados sòzinhos ou

(1) Na execução dos ensaios de Ataliba Leonel e Agua Preta colaboraram, respectivamente, os Engs. Agrs. Lauriston P. Bicudo e Geraldo Guimarães. Os solos de Ataliba Leonel e Pindamonhangaba foram analisados na Seção de Química; o de Agua Preta, na de Agrogeologia. As análises dos fosfatos foram efetuadas na Seção de Fertilidade do Solo. A apatita de Araxá foi fornecida pela CAMIG, Minas Gerais. Recebido para publicação em 4 de fevereiro de 1961.

(2) Contratado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, para colaborar com técnicos do Instituto Agrônômico.

em misturas com o primeiro adubo. Esses ensaios foram um tanto prejudicados por diversos fatores, tornando duvidosos os resultados dos tratamentos contendo misturas de fosfatos, os quais, por diferirem menos dos obtidos exclusivamente com superfosfato, exigiam maior precisão para fornecer informações seguras. Contudo, o efeito geral do fósforo foi tão grande que, não obstante a variabilidade observada, ficou a salvo de qualquer objeção. O mesmo aconteceu, com exceção de alguns casos, no que se refere à comparação entre superfosfato e os fosfatos naturais, quando empregados sôzinhos.

Por esses motivos, e tendo ainda em vista que, de qualquer maneira, não se poderiam tirar conclusões definitivas de apenas três ensaios, os autores resolveram publicá-los com exclusão das citadas misturas, por entenderem que êles constituem mais um subsídio ao esclarecimento do assunto.

## 2 -- PLANO EXPERIMENTAL.

Os tratamentos considerados no presente trabalho foram: 1) sem adubo, 2) NK, 3) NK + 1 *sup*, 4) NK + 2 *sup*, 5) NK + 3 *sup*, 6) NK + 3 *apa* e 7) NK + 3 *oli*, nos quais N e K significam respectivamente 62 kg/ha de azoto e 53 kg/ha de  $K_2O$ , empregados sob a forma de salitre potássico; 1 *sup*, 2 *sup* e 3 *sup*, respectivamente 26,7, 53,3 e 80,0 kg/ha de  $P_2O_5$  sob a forma de superfosfato; 3 *apa* e 3 *oli*, 80 kg/ha de  $P_2O_5$  respectivamente sob as formas de apatita de Araxá e fosfato natural de Olinda. O superfosfato (superfosfato Serrana), a apatita e o fosfato de Olinda (fosforita) tinham respectivamente 23,1, 31,9 e 25,4% de  $P_2O_5$  total, teores que foram tomados para o cálculo das doses mencionadas. Convém acrescentar que os dois últimos fosfatos tinham respectivamente 5,1 e 5,4% de  $P_2O_5$  solúvel em solução de ácido cítrico a 2% (Wagner).

O delineamento usado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Contudo, no ensaio realizado na Estação Experimental de Pindamonhangaba foi eliminado um dos blocos. Os canteiros tiveram cinco fileiras de 10 m de comprimento, espaçadas de 1 m, aproveitando-se somente as três fileiras centrais, ou sejam 30 m<sup>2</sup>. A distância entre as covas da mesma fileira foi de 0,40 m e cada cova recebeu quatro sementes, para se deixarem duas plantas por ocasião do desbaste. Os adubos foram aplicados em sulcos com o espaçamento citado, sendo as sementes depositadas em pequenos sulcos abertos no talude dos sulcos adubados.

Segundo êste plano executaram-se, em 1958-59, três ensaios nas localidades mencionadas adiante.

### 3 — EXECUÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

#### 3.1 — ENSAIO DE ATALIBA LEONEL

Êste ensaio foi instalado na Fazenda de Milho Híbrido de Ataliba Leonel, numa área de terra-roxa-misturada que se achava em pousio há alguns anos e, tanto quanto se sabe, não foi adubada com fertilizantes minerais nas culturas anteriores. A análise do solo de uma área vizinha revelou ter pH 4,5, 3,3% de matéria orgânica, 0,17% de N total e, por 100 g de terra fina sêca ao ar, 0,15 e. mg de  $K^+$ , 2,40 e. mg de  $Ca^{++}$  trocáveis, bem como 0,32 e. mg de  $PO_4^{--}$  extraído em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

A sementeação foi efetuada em 12 de dezembro, com sementes do híbrido H.6999. A germinação se processou normal e uniformemente e o «stand» final atingiu 93% em média de todos os tratamentos, sem diferenças importantes entre êstes. A produção (quadro 1) foi apenas sofrível, o que em parte se atribui às condições gerais de fertilidade da terra e à sementeação tardia.

QUADRO 1. — Produções de milho obtidas em três ensaios conduzidos em 1958-59 nas localidades indicadas, nos quais, além de tratamentos sem adubo e com NK, figuraram outros em que a êstes elementos foram adicionadas três diferentes doses de superfosfato (1 sup, 2 sup e 3 sup) e ainda outros em que a dose 3 de fósforo foi empregada nas formas de apatita de Araxá (3 apa) e fosfato de Olinda (3 oli), baseando-se os cálculos nos teores totais de  $P_2O_5$  dos fosfatos estudados.

Tratamentos	Ataliba Leonel		Pindamonhangaba		Água Preta	
	Produção	Efeito de P	Produção	Efeito de P	Produção	Efeito de P
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Sem adubo .....	2 013	—	727	—	1 569	—
NK .....	1 677	—	327	—	2 383	—
NK + 1 sup .....	2 122	+ 445	860	+ 533	4 034	+ 1 651
NK + 2 sup .....	2 874	+ 1 197	933	+ 606	2 613	+ 230
NK + 3 sup .....	2 782	+ 1 105	1 301	+ 974	3 305	+ 922
NK + 3 apa .....	2 057	+ 380	1 113	+ 786	2 500	+ 117
NK + 3 oli .....	2 448	+ 771	1 027	+ 700	3 519	+ 1 136

O terreno utilizado se mostrou muito desuniforme. O coeficiente de variação atingiu 16%, não sendo significativas as diferenças entre os

tratamentos. Deve-se assinalar, contudo, que enquanto a resposta à adubação com NK foi negativa ( $-17\%$ ), o efeito do fósforo, representado pela média das três doses de *sup*, alcançou  $+916$  kg/ha ( $+55\%$ ). As respostas a *1 sup*, *2 sup* e *3 sup* foram respectivamente de  $+445$ ,  $+1197$  e  $+1105$  kg/ha ( $+27$ ,  $+71$  e  $+66\%$ ). Assim, não obstante a magnífica reação ao fósforo, as plantas se satisfizeram com a dose *2 sup*, talvez devido à semeadura tardia e à conseqüente redução na produção.

No que toca às formas de fósforo, as respostas às doses 3 de *sup*, *apa* e *oli* foram respectivamente de  $+1105$ ,  $+380$  e  $+771$  kg/ha, sendo, portanto, 100:34:70 a relação entre elas. Verifica-se que o efeito de 3 *apa* não chegou a alcançar o de *1 sup*, e que o de 3 *oli*, embora bem melhor que o de *1 sup*, foi muito inferior ao de *2 sup*.

Em média de todos os tratamentos a altura das plantas foi de 2,07 m. Nos canteiros com NK elas mediram apenas 1,87 m; nos que receberam *1 sup*, *2 sup* e *3 sup*, respectivamente 2,07, 2,25 e 2,14 m; nos adubados com 3 *apa* ou 3 *oli*, 2,09 m. As espigas se colocaram, em média, a 1,09 m de altura, sendo que as variações devidas aos tratamentos foram proporcionalmente as mesmas das alturas totais.

O índice de espigas (número de espigas por 100 plantas) foi 79 em média de todos os tratamentos. No tratamento NK êle baixou para 73, mas elevou-se, nos que receberam *1 sup*, *2 sup* e *3 sup*, respectivamente para 74, 78 e 86, caindo, nos adubados com 3 *apa* e 3 *oli*, respectivamente para 81 e 83.

O rendimento médio das espigas em grãos, sabugos e palha foi respectivamente de 69, 21 e 10%. No tratamento NK e nos que adicionalmente receberam *1 sup*, *2 sup* e *3 sup* essas porcentagens foram, na mesma ordem, 67:23:10, 71:22:7, 71:20:9 e 69:19:12; nos adubados com 3 *apa* e 3 *oli*, 66:22:12 e 68:21:11.

Em conseqüência de forte ventania, por ocasião da colheita 93% das plantas estavam acamadas. Essa porcentagem baixou para 90 nos canteiros com NK, mas elevou-se respectivamente para 93, 98 e 92 nos que receberam as doses 1, 2 e 3 de *sup* e para 94 e 91 nos adubados com 3 *apa* e 3 *oli*.

### 3.2 — ENSAIO DE PINDAMONHANGABA

Êste foi conduzido na Estação Experimental de Pindamonhangaba, em solo argiloso do Terciário, não adubado com fertilizantes mineiros nos anos anteriores. A análise dêsse solo revelou ter pH 4,50, 3% de matéria orgânica, 0,15% de N total e, por 100 g de terra fina sêca ao

ar, 0,18 e. mg de  $K^+$ , 2,60 e. mg de  $Ca^{++}$  trocáveis, bem como 0,15 e. mg de  $PO_4^{---}$  extraído em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

Usou-se o híbrido H-6 999, que foi semeado em 17 de novembro. O período sêco que se seguiu à semeadura prejudicou o desenvolvimento inicial das plantas, que também sofreram ataque generalizado da lagarta rôsca, e, mais tarde, as conseqüências de chuvas abundantes em solo de lenta drenagem. O «stand» final médio foi de 75%, sem diferenças apreciáveis entre os tratamentos.

Por ocasião da colheita eliminou-se um bloco completo, por ter-se verificado que, nessa parte, o nível de fertilidade era diferente. Assim, êste ensaio ficou somente com três repetições. As produções (quadro 1) foram geralmente pequenas, para o que devem ter contribuído as ocorrências assinaladas, bem como a semeadura um tanto tardia e o «stand» relativamente baixo. Contudo, em janeiro notava-se nítida superioridade dos canteiros que receberam fósforo, sobretudo dos adubados com *sup*.

Mesmo assim o coeficiente de variação foi de apenas 15%. A adubação com NK deprimiu significativamente a produção, o que provavelmente se deve a desequilíbrio na nutrição das plantas, causado pela grande deficiência de fósforo no solo. Tanto que o efeito dêste nutriente, em média das três doses de *sup*, atingiu +704 kg/ha e foi significativo, não obstante as condições terem sido desfavoráveis à produção. Em números relativos êsse efeito alcançou +215%. Ainda mais: as respostas às doses 1, 2 e 3 de *sup*, tôdas significativas, foram respectivamente de +533, +606 e +974 kg/ha, sendo que as diferenças entre 2 *sup* e 3 *sup*, bem como entre 1 *sup* e 3 *sup*, também foram significativas. Verifica-se, assim, que a adição de 3 *sup* a NK provocou um aumento de produção correspondente a 298%.

Os efeitos das doses 3 de *sup*, *apa* e *oli* foram respectivamente de +974, +786 e +700 kg/ha, sendo, portanto, 100:81:72 a relação entre êles. Os dois fosfatos naturais mostraram-se equivalentes e foram significativamente inferiores a *sup*. Seja como fôr, neste ensaio *apa* e *oli* comportaram-se relativamente muito bem.

### 3.3 — ENSAIO DE AGUA PRETA

Instalado no Campo de Pesquisas do Serviço do Vale do Paraíba, em Água Preta, município de Pindamonhangaba, em solo de aluvião,

argiloso. A área utilizada era uma várzea, provida de drenos, que vinha sendo cultivada com arroz há vários anos, sem adubação. A análise química revelou ter esse solo pH 4,85, 5,76% de C, 0,29% de N total e, por 100 g de terra fina seca ao ar, 0,48 e. mg de  $K^+$ , 2,54 e. mg de  $Ca^{++}$ , 0,80 e. mg de  $Mg^{++}$ , 23,7 e. mg de  $Al^{+++} + H^+$  trocáveis, bem como 3,83 e. mg de  $PO_4$  - - - extraído em solução de ácido oxálico e oxalato de potássio.

A semeadura foi efetuada em 9 de outubro, usando-se sementes do híbrido H-6 999. A germinação processou-se normal e uniformemente e o «stand» final médio atingiu 93%, sem diferenças importantes entre os tratamentos. Todavia, quando as chuvas se tornaram mais abundantes passou-se a observar grande influência da posição dos drenos no desenvolvimento das plantas, sendo que as dos blocos II e IV, mais afastadas, em regra foram muito mais prejudicadas. Mesmo assim, as produções (quadro 1) foram boas nos canteiros adubados.

Em tais condições o coeficiente de variação foi elevado, atingindo 27%. A resposta à adubação com NK foi boa e significativa, e o efeito do fósforo, em média das três doses de *sup*, alcançou +934 kg/ha (+39%), sendo também significativo. As respostas a essas doses, porém, foram muito irregulares, pois os aumentos provocados por *1 sup*, *2 sup* e *3 sup* foram respectivamente de 1 651, 230 e 922 kg/ha, sendo que o segundo não foi significativo. O exame das produções individuais dos diversos canteiros e as observações feitas no campo, durante o desenvolvimento das plantas, indicam que o efeito de *1 sup* foi anormalmente elevado, ao passo que o de *2 sup* foi demasiado baixo. Seja como for, não há indicação de que as respostas a *sup* tenham aumentado com as doses deste. Aliás, a análise do solo utilizado revelou elevado teor de fósforo.

Quanto aos fosfatos naturais, verifica-se que enquanto o efeito de *3 apa*, +117 kg/ha, não foi significativo, o de *3 oli* alcançou +1 136 kg/ha e foi significativo, sendo também significativamente superior ao de *3 apa*. Em relação a *3 sup*, cujo efeito foi de +922 kg/ha, *3 apa* foi muito inferior e *3 oli* se mostrou até um pouco superior, mas essa superioridade não foi significativa. O exame das produções individuais indica que *3 apa* foi sempre muito inferior a *3 sup*, embora não tanto quanto se deduz dos números há pouco citados; no que se refere a *3 oli*, porém, em nenhum dos blocos esse tratamento se mostrou apreciá-

velmente inferior a *3 sup*. É verdade que *3 oli* foi significativamente inferior a *1 sup*, mas o efeito dêste último tratamento, conforme já esclarecido, parece ter sido anormalmente elevado.

Como a dose de fósforo usada para a comparação entre fosfatos foi relativamente elevada, e, nas condições dêste ensaio, o milho se satisfizes com a adição de muito menos, não é para estranhar que *3 oli* tenha podido fornecer o suplemento necessário de fósforo assimilável e que a dose *3 sup* tenha sido excessiva, tendo o excesso ficado sem ação ou mesmo prejudicado a produção. Acresce ainda que, além de bastante ácido, o solo utilizado tinha elevado teor de matéria orgânica (cerca de 10%), condições que, quando reunidas, por vêzes tornam a fosforita tão eficiente quanto o superfosfato (1, 3, 4). Deve-se notar, porém, que as mencionadas condições não influíram da mesma maneira sôbre a apatita.

Em média de todos os tratamentos o índice de espigas foi 87. O efeito do fósforo foi grande, pois nos canteiros com NK êsse índice foi 81, elevando-se respectivamente para 91, 91 e 94 nos que receberam *1 sup*, *2 sup* e *3 sup*. Contudo, nos adubados com *3 apa* e *3 oli* os índices baixaram para 87 e 89, respectivamente.

#### 4 — CONCLUSÕES

a) Nos três ensaios relatados, todos anuais, superfosfato foi empregado em doses crescentes, e, com a dose maior, de 80 kg/ha de  $P_2O_5$ , foi comparado com igual quantidade de fósforo nas formas de fosforita de Olinda e apatita de Araxá, baseando-se o confronto nos teores totais dos diversos fosfatos. O efeito do fósforo foi muito grande em dois dêsses ensaios, mas apenas sofrível no terceiro.

b) Nos dois ensaios em que foi grande a reação ao fósforo, apesar de se tratar dos resultados de um só ano, os fosfatos naturais comportaram-se relativamente bem, pois as relações entre os efeitos de superfosfato, fosforita de Olinda e apatita de Araxá foram 100:70:34 e 100:72:81.

c) No terceiro ensaio, instalado em solo bastante ácido e com elevado teor de matéria orgânica, fosforita de Olinda foi até um pouco superior a superfosfato. Neste ensaio a aplicação de pequena dose de fósforo assimilável satisfizes ao complexo solo-planta. Parece, assim,

que aquêlo fósforo pôde fornecer o suplemento necessário e que, na forma de superfosfato, a dose de 80 kg/ha de  $P_2O_5$  foi excessiva. Todavia, as citadas condições não favoreceram o comportamento da apatita, cujo efeito foi muito inferior aos dos outros fósforos.

FERTILIZER EXPERIMENTS WITH CORN  
XXII — TRIALS WITH VARIOUS PHOSPHORUS SOURCES  
(8th series)

SUMMARY

Three experiments comparing superphosphate with Olinda and Araxa phosphates (ground phosphorite of the state of Pernambuco and ground apatite of the state of Minas Gerais, respectively) were carried out in 1958-59 at three different locations in the state of São Paulo.

Superphosphate was applied at three rates, the highest of which was 80 kg per hectare; the other two phosphate sources were employed only in the amount corresponding to the highest rate of superphosphate.

The responses to phosphorus were very good in two of the trials, but only fair in the third. Although the results were obtained in but one year, the natural phosphates proved fairly effective in the two first trials, the average yield increases due to Olinda and Araxa phosphates being respectively 71 and 56 per cent of that of superphosphate. In the third trial, located on an acid soil high in organic matter, Olinda-phosphate was a little superior to superphosphate. Under the conditions of this trial the addition of a small dosis of available phosphorus was sufficient to promote the attainable yield. It seems, therefore, that Olinda-phosphate could provide the required phosphorus supplement and the application of 80 kilograms of  $P_2O_5$  per hectare as superphosphate was excessive. However, even under the mentioned conditions the response to apatite was much inferior to those of the other phosphates.

LITERATURA CITADA

1. DEICHMANN, E. ABC der Pflanzenernahrung und Dungung. Speyer am Rhein, Jaegersche Buchdruckerei G.m.b.H., 1949. 176 p.
2. GOMES, A. GENTIL, CATANI, R. A. & FREIRE, E. S. Adubacao do milho. XIX — Ensaio com diversos fosforos (5.ª serie). Bragantia 20: [35]-41, 1951.
3. PRIANISCHNIKOW, N. Die Dungerlehre. (Traducao para o alemão, da 5.ª ediao russa, por M. v. Wrangell). Berlin, Paul Parey, 1922, 450 p.
4. SCHNEIDEWIND, W. Die Ernahrung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 5.ª ediao. Berlin, Paul Parey, 1922. 543 p.



5. VIÉGAS, G. P., FREIRE, E. S. & CONAGIN, A. Adubação do milho. XVIII — Ensaio com diversos fosfatos (4.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 20: [15]-34. 1961.
6. ——— & VENTURINI, W. R. Adubação do milho. XV — Ensaio com diversos fosfatos (1.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 19: [943]-959. 1960.
7. ——— Adubação do milho. XVI — Ensaio com diversos fosfatos (2.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 19: [997]-1 009. 1960.
8. ——— Adubação do milho. XX — Ensaio com diversos fosfatos (6.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 20:[389]-402. 1961.
9. ——— Adubação do milho. XXI — Ensaio com diversos fosfatos. (7.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 20[461]-470. 1961.
10. ———, SMITH, E. & FREIRE, E. S. Adubação do milho. XVII — Ensaio com diversos fosfatos (3.<sup>a</sup> série). *Bragantia* 20:[1]-13. 1961.