



## 1 — INTRODUÇÃO •

E' do conhecimento geral a pobreza em fósforo das terras do Estado de São Paulo bem como as respostas que se obtêm na prática com as culturas mais diversas quando recebem adubos fosfatados.

Existem na literatura poucos trabalhos estudando o efeito dos diversos adubos fosfatados comerciais. Algumas investigações tratam apenas de solubilidade de diferentes fosfatos em condições de laboratório (BRICHTA e BRICHTA, 1944; CATANI, 1948; CATANI e NASCIMENTO, 1952); considerando o aspecto agrícola da questão, ou seja, o efeito dos adubos no campo, só podemos encontrar a contribuição de KIEHL (1951) e KIEHL e PIMENTEL GOMES (1951). Estes autores compararam farinha de ossos, hiperfosfato e fosfato de rocha usando o superfosfato como controle; no primeiro ano verificaram que não houve diferença estatística entre farinha de ossos e hiperfosfato, sendo o fosfato de rocha e o superfosfato inferiores aos dois primeiros, não diferindo, porém, entre si; no segundo ano, estudando o efeito residual, foi notado que o fosfato de rocha era inferior aos outros três adubos que produziram efeitos "mais ou menos equivalentes". Como os ensaios foram feitos usando o milho como planta reagente os resultados são particularmente interessantes uma vez que, ficou evidenciada a superioridade de adubos menos solúveis sobre adubos mais solúveis, em cultura anual; tal fato foge do que se poderia esperar a priori (ver MALAVOLTA, 1952). Para esclarecer a questão e também estudar outras formas de adubos fosfatados foi feito o presente trabalho que ocupou os anos agrícolas de 1951-1952 e 1952-1953.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

2.1. *Primeiro ano.* O ensaio foi realizado no campo experimental da Secção Técnica de Química Agrícola da E.S.A. "Luiz de Queiroz", U. S. P. em Piracicaba, Est. de São Paulo. Trata-se duma terra arenosa, pobre, cujas características químicas são dadas no Quadro 1. Para corrigir a acidez foi aplicado calcário na proporção de 450 kg por hectare sobre toda a extensão do terreno a ser usado no ensaio; a calagem foi feita com um mês de antecedência. Por essa razão nota-se que o valor do índice pH das amostras analisadas — as quais foram tomadas antes da instalação do experimento — é bastante elevado, o mesmo acontecendo com o teor de cálcio trocável.

Quadro 1. Características químicas da terra do ensaio

Amostra	pH	Em 100 g de T. F. S. A.									
		teor total em g		teor trocável em miliequivalentes							
		C	N	PO4---	K+	Ca++	Mg++	S			
1	7.10	1.20	0.084	0.19	0.075	7.14	0.79	8.00			
2	6.90	1.14	0.078	0.18	0.090	4.45	0.61	6.25			
3	7.05	1.12	0.078	0.20	0.070	5.71	0.83	6.61			
4	6.90	1.40	0.084	0.20	0.050	5.88	0.73	6.66			
5	6.70	1.36	0.095	0.20	0.065	4.61	0.73	5.40			

O delineamento experimental escolhido foi um quadrado latino de 6 x 6; os canteiros de 11.2 x 10.0 m possuíam 9 linhas; espaço entre linhas : 1.40 m.

Os tratamentos foram os seguintes :

1. fosfato Latif
2. fospal
3. superfosfato simples
4. fertifos
5. hiperfosfato
6. serranafosfato

achando-se distribuídos de acôrdo com o Quadro 2.

Quadro 2. Esquema do ensaio

A	B	C	D	E	F
6	4	5	2	1	3
5	3	2	6	4	1
4	1	6	3	2	5
3	5	4	1	6	2
2	6	1	5	3	4
1	2	3	4	5	6

No quadro 3 são dados os resultados analíticos dos fosfatos que se mencionou acima.

Quadro 3. Porcentagem de fósforo nos fosfatos usados

Fosfato	Fósforo (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) %		
	solúvel em água	solúvel em ácido cítrico 2%	Total
Latif		7.20	30.73
Fospal		5.00	33.58
Superfosfato	19.00		19.93
Fertifos		39.41	41.00
Hiperfosfato		12.15	26.88
Serranafosfato		19.91	26.16

A adubação seguida foi

200 kg de N por hectare  
200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectare  
200 kg de K<sub>2</sub>O por hectare

Calculamos a quantidade dos diversos fosfatos necessários para fornecer os 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tendo por base o teor total.

O nitrogênio foi fornecido como salitre do Chile (15,5% de N) aplicando-se 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura quando as plantas estavam "Knee high" (altura do joelho). Cloreto de potássio a 60% forneceu o K<sub>2</sub>O. O N e o K<sub>2</sub>O foram aplicados em todos os tratamentos. Além disso adicionamos — também em todos os tratamentos — torta de algodão na proporção de 900 kg por hectare porque se trata dum terreno com baixo teor de matéria orgânica.

O milho usado foi a variedade Catêto; fez-se a semeadura em linha contínua e depois no desbaste deixou-se o mesmo número de plantas por linha.

## 2.2. Segundo ano.

No segundo ano, para estudar o efeito residual, bem como o da readubação, usamos no mesmo local nos mesmos canteiros, a técnica de "split-plot", ou seja: metade do canteiro recebeu N P K como no ano anterior e a outra metade recebeu apenas N K.

## 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Primeiro ano.

O Quadro 4 dá as produções em quilos, por canteiro

Quadro 4. Produção de milho (grãos), em quilos, no 1.º ano

Tratamento	Coluna						Total
	A	B	C	D	E	F	
Latif	32.5	28.6	35.6	37.6	35.0	43.6	212.3
Fospal	33.6	30.4	27.0	37.2	39.8	45.8	213.8
Superfosfato	41.6	40.0	40.8	44.6	47.6	46.6	261.2
Fertifos	34.5	40.0	35.2	44.0	37.0	47.5	238.2
Hiperfosfato	36.5	33.0	33.0	40.6	36.0	48.2	227.3
Serranofosfato	34.0	39.0	40.8	32.0	43.0	48.5	237.3

A análise estatística se acha resumida no Quadro 5 :

Quadro 5. Análise estatística dos dados do 1.º ano

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	Significância
Filas	5	95.3	19.0	6.8	menor que 1%
Colunas	5	619.5	123.9		
Tratamentos	5	296.0	59.2		
Erro (por dif.)	20	173.8	8.7		
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>1184.6</b>			

A análise estatística mostra que houve diferença altamente significativa entre as diversas formas de adubo. Fazendo um t teste (com 20 graus de liberdade) para determinar quais as menores diferenças entre as médias que são significantes aos níveis de 5% e 1% de probabilidades achamos

3.8 kg ao nível de 5% e  
5.2 kg ao nível de 1%.

Considerando o valor 3.8 kg verificámos que : o superfosfato é o melhor que todos os demais; fertifos, serrana e hiperfos-

fato não diferem estatisticamente; fertifos e serranafosfato são superiores a fospal-Latif; hiperfosfato, fospal e Latif não diferem significativamente. Para um julgamento mais rigoroso tomemos a diferença 5.2 kg: superfosfato, fertifos e serranafosfato são equivalentes entre si porém superiores aos restantes; hiperfosfato, fospal e Latif não são diferentes um do outro.

### 3.2. Segundo ano.

O Quadro 6 dá os resultados obtidos no 2.o ano de experimentação (ano agrícola de 52-53).

A análise estatística do experimento (2.o ano) se encontra no Quadro 7.

Quadro 7. Análise estatística dos dados do 2.o ano

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	Significância
Colunas	5	365.87	73.17	11.52	1%
Linhas	5	29.30	5.86	—	
Tratamentos	5	209.40	41.88	6.59	1%
Erro (a)	20	126.94	6.35		
Parcelas	35	731.51	—		
Readubação	1	23.46	23.46	10.38	1%
Interação trat. x read.	5	4.00	0.80	—	
Erro (b)	30	67.74	2.26		
Total	71	826.71			

Quadro 6. Produção de milho (grãos), em quilos, no 2.o ano

Tratamento	COLUNA												Total
	A		B		C		D		E		F		
	adub.	n. adub.	adub.	n. adub.	adub.	n. adub.	adub.	n. adub.	adub.	n. adub.	adub.	n. adub.	
Latif	11.8	11.6	11.6	8.0	14.5	12.0	17.8	11.0	10.6	12.5	19.2	20.0	160.6
Fospal	11.2	11.2	11.0	11.0	10.0	9.0	14.2	12.0	17.0	19.2	18.6	17.4	161.8
Superfosfato	19.0	14.0	17.0	14.0	14.5	15.5	18.6	16.6	20.0	18.8	20.2	20.4	208.6
Fertifos	17.0	18.0	17.0	16.5	14.8	13.4	20.0	17.8	19.5	15.4	18.2	19.6	207.2
Hiperfosfato	11.0	8.0	12.8	11.2	12.0	11.5	15.0	17.2	18.1	16.2	20.6	18.0	171.6
Serranafosfato	15.0	15.2	16.5	14.5	16.8	13.7	14.6	14.4	18.2	18.6	20.2	19.6	197.3

Para a comparação de tratamentos, o erro da diferença entre médias será

$$S = \frac{2 E(a)}{6 \times 2} = \frac{2 \times 6.35}{12} = 1.03$$

Ao nível de 5% e com 20 graus de liberdade,  $t = 2.09$ ; a diferença mínima significativa será então:  
 d.m.s. (5%) =  $2.09 \times 1.03 = 2.15$ .

As produções médias (base de sub-canteiro) são dadas na ordem decrescente com a d.m.s. ao nível de 5% (Quadro 8).

Quadro 8. Produções médias dos tratamentos

Tratamento	Produção média
Superfosfato	17.38
Fertifos	17.26
Serranafosfato	16.43
Hiperfosfato	14.29
Fospal	13.48
Latif	13.38
d.m.s. (5%) = 2.15	

O Quadro 7 mostra que entre tratamento as diferenças foram altamente significantes. A readubação mostrou um efeito também altamente significativo, indicando que é possível elevar a produção da cultura com essa prática. Isto não quer dizer que o adubo não tenha efeito residual: apenas significa que se pode aumentar a produção readubando no 2.º ano. A interação Tratamentos x Readubação não foi significativa indicando que os tratamentos (adubos fosfatados) ocasionaram um aumento semelhante na produção, todos eles respondendo bem à readubação.

### 3.3. Comentários

No ensaio realizado, consistentemente, o mérito dos diversos adubos fosfatados foi, em ordem decrescente, o seguinte:

- 1.o Superfosfato simples
- 2.o Fertifos
- 3.o Serranafosfato
- 4.o Hiperfosfato
- 5.o Fospal
- 6.o Fosfato Latif.

No primeiro ano, do ponto de vista estatístico, o superfosfato foi melhor que todos os demais; fertifos, serranafosfato e hiperfosfato não diferiam significativamente sendo superiores a fospal e Latif; no 2.o ano, superfosfato, fertifos e serranafosfato produziram efeito equivalente; foram superiores ao hiperfosfato, fospal e Latif os quais não diferiram entre si.

Os resultados do ensaio presente diferem dos de KIEHL (1951) e KIEHL e PIMENTEL GOMES (1951) no que se refere ao efeito dos adubos usados; há um ponto importante, porém, em que houve concordância nas conclusões: o efeito da readubação. É relevante apontar o seguinte: no caso daqueles dois autores era permitido esperar um efeito na readubação uma vez que a dose de fosforo usada no primeiro ano foi bastante pequena; no nosso caso, tal fato era mais problemático em vista da grande quantidade de  $P_2O_5$  aplicada no 1.o ano; por essa razão o efeito da readubação foi surpreendente, o que sugere o uso dessa prática em terras como as do ensaio, mesmo quando se faça, em dado ano, uma adubação pesada.

É curioso notar que nos nossos ensaios houve uma correlação muito boa entre a solubilidade dos adubos usados e os resultados obtidos.

Procuraremos explicar, a seguir, as causas possíveis para o desacordo entre os nossos dados e os de Kiehl e Pimentel Gomes. Em primeiro lugar, os dois ensaios não são rigorosamente comparáveis porque os solos empregados são muito diferentes: terra roxa no caso deles e terra arenosa no caso presente. Em segundo lugar, as doses de  $P_2O_5$  usadas também são muito diversas: Kiehl e Pimentel Gomes usaram 83,3 kg de  $P_2O_5$  por hectare enquanto nós usamos 200 kg; julgamos então, bastante provável, que na terra roxa, a pequena quantidade de  $P_2O_5$  do superfosfato, rapidamente solúvel tenha sido fixada ou precipitada no solo; por outro lado, o fósforo do hiperfosfato foi se solubilizando lentamente sendo, ao mesmo tempo, absorvido pelas plantas. Em terceiro lugar: é provável uma ação benéfica do hiperfosfato no caso de Kiehl e Pimentel Gomes melhorando o pH do solo. Para finalizar: fazendo um confronto en-

tre os dois ensaios discutidos aqui, parece-nos lícito sugerir que na prática sejam seguidas as recomendações de Kiehl e Pimentel Gomes para solos argilosos enquanto para solos arenosos são válidas as nossas conclusões.

#### 4 — RESUMO E CONCLUSÕES

Foi feito, em terra arenosa pobre, um ensaio de competição entre os seguintes adubos fosfatados: fosfato Latif (natural), fospal, superfosfato simples, fertifos, hiperfosfato e serranafosfato. O milho foi a cultura usada. A dose de  $P_2O_5$  empregada foi de 200 kg por hectare; aplicou-se também, em todos os canteiros safire do Chile na proporção de 200 kg de N por hectare, cloreto de potássio (200 kg de  $K_2O$  por hectare), calcáreo (450 kg por hectare) e torta de algodão (900 kg por hectare). A calagem foi feita com 1 mês de antecedência. O delineamento escolhido foi um quadrado latino de 6 x 6. O ensaio ocupou os anos agrícolas de 1951-1952 e 1952-3. No segundo ano, no mesmo local, usou-se a técnica de "split-plot" (canteiros subdivididos): metade dos canteiros recebeu N e K e a outra metade recebeu os mesmos tratamentos que no ano anterior. Os resultados podem ser resumidos assim:

4.1. no primeiro ano o superfosfato foi melhor que todos os demais adubos; fertifos, serranafosfato e hiperfosfato não diferiram entre si sendo superiores a fospal e Latif;

4.2. no segundo ano, superfosfato, fertifos e serranafosfato produziram efeitos equivalentes; foram superiores a hiperfosfato, fospal e Latif os quais não diferiram entre si;

4.3. embora a readubação tivesse contribuído para aumentar a produção, tal aumento não se revelou vantajoso economicamente.

#### 5 — SUMMARY

This paper relates the results of an experiment designed to study the comparative effects of several phosphates applied to corn crops. The following phosphates were applied to a latin square of 6 x 6: Latif (a rock phosphate), fospal, superphosphate, fertifos, hiperfosfato and serranafosfato (a fusion phosphate). The nutrients were employed at the rates of 200 kg of N (as Chilean nitrate), 200 kg of  $K_2O$  (as muriate of potash)

and 200 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. To correct the acidity and to improve the poor physical conditions of the sandy soil studied limestone (450 kg/Ha) and cotton seed meal (900 kg/Ha) were added to all plots; liming was made one month in advance to the planting. In the second year, in the same place, the split-plot technique was used: half plot received only N and K<sub>2</sub>O whereas the other half received the same treatment as the year before. The results can be summarized as follows :

5.1. in the first year, superphosphate of lime, produced better results than the other phosphates; there was no significant difference among fertifos, serranafosfato, and hiperfosfato but these phosphates proved to be superior to fospal and Latif;

5.2. in the second year, superphosphate, fertifos and serranafosfato produced practically the same effect, being better than hiperfosfato, fospal, and Latif which did not differ significantly;

5.3. the increase in yield due to the reapplication of phosphates to the half plots was not advantageous under an economic point of view; however, it is interesting to note that the yield was still benefited in spite of the heavy doses of phosphates applied the year before.

## 6 — LITERATURA CITADA

- BRICHTA, H. e M. BRICHTA. 1944. Experiência em torno da questão do grau de moagem, da solubilidade e da avaliação das farinhas de ossos. Rev. de Agrc. (Piracicaba) 19: 65-74.
- CATANI, R. A. 1948. A solubilidade de alguns tipos de fosfatos em ácido cítrico a 2%. Rev. de Agric. (Piracicaba) 23 : 207-218.
- CATANI, R. A. e A. C. NASCIMENTO. 1952. Solubilidade de alguns fosfatos naturais. Rev. de Agric. (Piracicaba) 27 : 149-168.
- KIEHL, E. J. 1951. Estudo sôbre adubos fosfatados. Rev. de Agric. (Piracicaba) 26 : 75-86.
- KIEHL, E. J. e F. PIMENTEL GOMES. 1951. Ensaio sôbre adubos fosfatados. Rev. de Agrc. (Piracicaba) 26 : 391-396.
- MALAVOLTA, E. 1952. Apontamentos de Química Agrícola, 2.a edição, Mimeografado.