

# BRAGANTIA

*Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de São Paulo*

Vol. 25

Campinas, dezembro de 1966

N.º 37

## CORRELAÇÃO ENTRE A RESPOSTA DO ALGODOEIRO À ADUBAÇÃO FOSFATADA E A ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO, NAS CONDIÇÕES DO ESTADO DE SÃO PAULO (¹)

MILTON GERALDO FUZATTO e POPILIO ANGELO CAVALERI, *engenheiros-agrônimos, Seção de Algodão, Instituto Agrônomico* (²)

### SINOPSE

Uma regressão múltipla, descrevendo a resposta do algodoeiro à adubação fosfatada em função do teor de  $PO_4^{-3}$  solúvel e da acidez do solo, aquela dado por dois métodos de análise, é discutida em 126 experimentos de adubação realizados em vários tipos de solo do Estado de São Paulo. Em geral, o índice de acidez se mostrou tão importante quanto o teor de fósforo solúvel, para explicar o efeito da adubação fosfatada, sendo maiores estes, em solos mais ácidos.

Os dois métodos de análise de fósforo no solo, utilizando respectivamente ácido sulfúrico 0,05 N e ácido oxálico + oxalato de potássio N, como soluções extratoras, foram comparados no estudo das correlações. A separação dos ensaios em dois grupos, se conduzidos em solos argilosos ou arenosos, revelou interação entre os métodos de análise e esses grupos, o que possibilitou apreciar as vantagens e inconvenientes de cada método, nas condições estudadas.

### 1 — INTRODUÇÃO

A possibilidade de utilizar os resultados da análise química do solo como base para recomendações de adubação, vem sendo investigada de longa data em muitos países. Porém, somente depois que foram desenvolvidos processos de extrair do solo certas frações prontamente liberáveis de elementos nutritivos é que se pôde estabelecer relações definidas entre os resultados da análise e o aproveitamento desses elementos pelas plantas. Vários trabalhos têm demonstrado, então, aquela possibilidade. Entretanto, os métodos adotados e os resultados obtidos variam bastante entre os diversos autores.

(¹) Recebido para publicação em 26 de agosto de 1966.

(²) Os autores agradecem ao Eng.º-Agr.º Osvaldo S. Neves pela orientação e estímulo na realização deste trabalho.

Assim, Voss e Pesek (15, 16) apresentam método em que os teores dos elementos revelados pela análise química são incluídos, juntamente com as doses de fertilizantes empregadas, em uma equação polinomial, para estudos de superfícies de respostas à adubação. Segundo Brown e colaboradores (3), as recomendações de adubação podem ser feitas com base na análise do solo, estimando-se em funções de respostas à fertilização, constantes de proporcionalidade entre as doses de nutrientes aplicadas e os teores existentes no solo. Hanway e Dumenil (9) encontraram correlação entre o teor de nitratos no solo e a resposta à adubação nitrogenada no milho, utilizando a equação de Mitscherlich modificada. Processo semelhante, adotado por Bray (2), conduziu a resultados satisfatórios. Correlação entre o teor de nitratos no solo e o efeito da adubação nitrogenada, foi obtida também por Fitts (8). Entretanto, outros autores, como Long e Seatz (10), não encontraram resultados satisfatórios em estudos desta natureza.

A principal exigência para que as recomendações sejam feitas em função da análise de solo é, evidentemente, a existência de uma correlação definida entre os teores determinados nos testes analíticos e os efeitos provocados pela adubação. Não menos importante, porém, desde que se vise o aspecto econômico da questão, é a capacidade discriminatória dos métodos na determinação dos teores dos elementos. Em outras palavras, os métodos analíticos devem oferecer uma escala de diferentes valores, que caracterizem a disponibilidade do nutriente, para cada um dos quais corresponderá uma dose de fertilizante a ser empregada. Além disso, para fins práticos, há conveniência que tal correlação se dê nos vários tipos de solo de área geográfica suficientemente ampla.

Neste artigo são discutidas as relações existentes, nas condições do Estado de São Paulo, entre a análise química do solo, em que o fósforo é extraído por dois processos, e a adubação fosfatada do algodoeiro.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em 126 experimentos fatoriais NPK, 3<sup>3</sup>, conduzidos nas principais zonas algodoeiras do Estado de São Paulo, nos anos agrícolas de 1957-58 e 1958-59. Detalhes sobre o plano experimental bem como resultados parciais desses ensaios já foram publicados (4, 14).

Para estudo das correlações, o efeito da adubação fosfatada foi considerado função do teor de fósforo solúvel e da acidez do solo, sendo esta regressão múltipla representada por uma equação de 1.º grau de duas variáveis.

A resposta à adubação fosfatada, em kg/ha de algodão em caroço, foi calculada pela diferença de produção entre os tratamentos que continham 0 e 90 kg/ha de  $P_2O_5$ , ambos com 30 kg/ha de N e  $K_2O$ .

Representou-se a acidez do solo por um índice, produto do pH pela porcentagem de saturação em bases, fatores estes, positiva e altamente correlacionados, como já foi demonstrado também em outros trabalhos (1, 5, 7). Este procedimento permitiu aumentar a amplitude de variação dos dados, e por outro lado eliminar do estudo alguns ensaios cujos resultados das análises de solo fugiam à correlação mencionada.

A determinação do fósforo solúvel por dois métodos, nestes ensaios, possibilitou um estudo comparativo entre êles. Assim, são apresentados os resultados obtidos quando êste elemento foi extraído pelo ácido sulfúrico 0,05 N (6) e também pelo método que utiliza uma solução de ácido oxálico e oxalato de potássio N, como extratora (12).

Dos 126 experimentos analisados, 96 foram conduzidos em solos arenosos, e 30, em solos argilosos. O primeiro grupo foi representado quase totalmente por solos do grande tipo arenito Bauru, de Paiva e outros (11), compreendendo os solos Podzolizados de Lins e Marília e Latosol Vermelho-Escuro, fase arenosa, segundo outros autores (13). Os solos argilosos foram constituídos em grande parte pelo tipo Terra-Roxa, havendo porém, representantes dos tipos Massapé-Salmourão e Corumbataí; em outra classificação tais solos são representados respectivamente pelo Latosol Roxo e Terra-Roxa Estruturada, Latosol Vermelho-Amarelo Orto e Podzólico Vermelho-Amarelo Orto, e Podzólico Vermelho-Amarelo, variações Laras e Piracicaba. O estudo foi feito em todos os ensaios independente dos tipos de solos e separadamente para cada um dos grupos — arenosos e argilosos.

Com base nas equações de regressão obtidas, foram construídos gráficos de isoquantas, representativas de superfícies planas de mesma resposta à adubação fosfatada, em função do teor de fósforo e do índice de acidez expresso pelos valores do pH e da porcentagem de saturação em bases correspondentes.

### 3 — RESULTADOS OBTIDOS

Para cada caso estudado, indicando a regressão múltipla existente, é apresentada a equação de forma geral,

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2$$

onde Y é a resposta à adubação fosfatada, em kg/ha de algodão em caroço,  $x_1$  o teor de fósforo solúvel, e  $x_2$  a acidez do solo, como

foi especificado. Além disso, são mostrados os valores dos coeficientes  $R$  = correlação múltipla entre a resposta à adubação e o teor de fósforo e acidez,  $b_1$  = regressão parcial entre a resposta à adubação e o teor de fósforo, independente da acidez,  $b_2$  = regressão parcial, entre a resposta à adubação e a acidez, independente do teor de fósforo, e, por fim,  $r$  = correlação entre o teor de fósforo e a acidez, determinados pela análise do solo.

### 3.1 — ESTUDO GERAL, SEM DISTINÇÃO DE SOLOS

O efeito médio provocado pela adubação fosfatada, quando se consideraram todos os ensaios, foi de 310 kg/ha de algodão em caroço.

Considerando-se os teores de fósforo revelados pelo método do ácido sulfúrico, a equação da regressão múltipla é

$$\hat{Y} = 716,58 - 419,4942 x_1 - 0,9858 x_2$$

Os coeficientes de regressão e correlação, atrás especificados, foram  $R = 0,590^{xx}$ ,  $b_1 = -0,2592^{xx}$ ,  $b_2 = -0,4630^{xx}$  e  $r = +0,279^{xx}$ . A figura 1-A é a representação gráfica das respostas esperadas, em função da análise de solo.

A equação obtida, quando se utilizaram os teores de fósforo extraídos pelo ácido oxálico e oxalato de potássio, é

$$\hat{Y} = 749,34 - 130,4058 x_1 - 1,1190 x_2$$

Os coeficientes foram  $R = 0,570^{xx}$ ,  $b_1 = -0,1963^{xx}$ ,  $b_2 = -0,5255^{xx}$  e  $r = +0,049$ . Os valores esperados das respostas à adubação estão representados graficamente na figura 1-B.

### 3.2 — ESTUDO EM SOLOS ARENOSOS

Considerando-se apenas os ensaios em solos arenosos, a resposta média à adubação fosfatada foi de 290 kg/ha, de algodão em caroço.

Os cálculos efetuados com os teores de fósforo determinados pelo método do ácido sulfúrico, indicaram a equação

$$\hat{Y} = 755,28 - 352,0146 x_1 - 1,0950 x_2$$

para representar a regressão estudada. Os coeficientes encontrados foram,  $R = 0,605^{xx}$ ,  $b_1 = -0,2279^{xx}$ ,  $b_2 = -0,5076^{xx}$  e  $r = +0,245^x$ . A superfície plana de resposta, em função da análise do solo, encontra-se na figura 2-A.

Para exprimir a regressão, quando o fósforo foi determinado pelo método do ácido oxálico e oxalato de potássio, a equação encontrada foi

$$\hat{Y} = 779,10 - 265,2876 x_1 - 1,0878 x_2$$

Os coeficientes de regressão e correlação foram  $R = 0,638^{xx}$ ,  $b_1 = -0,2884^{xx}$ ,  $b_2 = -0,5041^{xx}$  e  $r = +0,294^{xx}$ . A representação gráfica dos resultados, encontra-se na figura 2-B.

### 3.3 — ESTUDOS EM SOLOS ARGILOSOS

Neste grupo de solos, o aumento médio de produção, provocado pela adubação fosfatada, foi de 330 kg/ha, de algodão em caroço.

Efetuando-se o estudo com os teores de fósforo determinados pelo método do ácido sulfúrico, encontrou-se a equação

$$\hat{Y} = 619,26 - 1182,5118 x_1 - 0,3690 x_2$$

Os valores encontrados para os coeficientes foram  $R = 0,637^{xx}$ ,  $b_1 = -0,5446^{xx}$ ,  $b_2 = -0,1634$  e  $r = +0,462$ . Gráficamente, os resultados podem ser vistos na figura 3-A.

Exprimindo a disponibilidade do fósforo pelos valores determinados através do método do ácido oxálico e oxalato de potássio, a equação é a seguinte:

$$\hat{Y} = 608,76 - 6,3126 x_1 - 0,9408 x_2$$

Os cálculos revelaram para os coeficientes de regressão e correlação os valores  $R = 0,415$ ,  $b_1 = -0,0134$ ,  $b_2 = -0,4167^x$  e  $r = -0,103$ . O gráfico da figura 3-B representa os resultados obtidos neste caso.

## 4 — DISCUSSÃO

Um exame dos resultados obtidos permite verificar, de início, a influência da acidez do solo, nas respostas à adubação fosfatada. Com efeito, a informação adicional, obtida pela introdução da acidez, aumentou consideravelmente o valor dos índices de correlação. Este fato pode ser verificado pela análise do quadro 1, onde estão representados o coeficiente de correlação simples  $r_1$ , entre a resposta ao fósforo e o teor de  $PO_4^{-3}$  solúvel no solo, e o coeficiente de correlação múltipla  $R$ , obtido com a inclusão do índice de acidez no estudo.

Uma apreciação da regressão múltipla pode ser feita mediante análise do quadro 2, que resume os dados obtidos. Assim fazendo, verifica-se que ela não foi significativa apenas no grupo

QUADRO 1. — Coeficiente de correlação,  $r_1$  = efeito da adubação fosfatada  $\times$  teor de  $\text{PO}_4^{-3}$ , e R = efeito da adubação fosfatada  $\times$  teor de  $\text{PO}_4^{-3}$  e acidez (regressão múltipla), obtidos em experimentos de adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo

Grupos de solos	Métodos de extração do fósforo			
	$\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,05 N		Ácido oxálico e oxalato de potássio N	
	$r_1$	R	$r_1$	R
Arenosos .....	0,353 <sup>xx</sup>	0,605 <sup>xx</sup>	0,429 <sup>xx</sup>	0,638 <sup>xx</sup>
Argilosos .....	0,620 <sup>xx</sup>	0,637 <sup>xx</sup>	0,029	0,415
Ambos .....	0,388 <sup>xx</sup>	0,590 <sup>xx</sup>	0,222 <sup>x</sup>	0,570 <sup>xx</sup>

de solos argilosos, quando o fósforo no solo foi determinado pelo método do ácido oxálico e oxalato de potássio. Nos demais, ela foi altamente significativa e pôde explicar as respostas à adubação fosfatada em função da análise química do solo.

QUADRO 2. — Coeficientes de regressão e correlação obtidos em estudos de adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo: R = efeito do fósforo  $\times$  teor de  $\text{PO}_4^{-3}$  e acidez (regressão múltipla),  $b_1$  = efeito do fósforo + teor de  $\text{PO}_4^{-3}$  (independente de acidez),  $b_2$  = efeito do fósforo  $\times$  acidez (independente do teor de  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $r$  = teor de  $\text{PO}_4^{-3}$   $\times$  acidez, no solo

Coeficientes	Solos em geral		Solos arenosos		Solos argilosos	
	A (1)	B (2)	A	B	A	B
R .....	0,590 <sup>xx</sup>	0,570 <sup>xx</sup>	0,605 <sup>xx</sup>	0,638 <sup>xx</sup>	0,637 <sup>xx</sup>	0,415
$b_1$ .....	-0,259 <sup>xx</sup>	-0,196 <sup>xx</sup>	-0,228 <sup>xx</sup>	-0,288 <sup>xx</sup>	-0,545 <sup>xx</sup>	-0,013
$b_2$ .....	-0,463 <sup>xx</sup>	-0,526 <sup>xx</sup>	-0,508 <sup>xx</sup>	-0,504 <sup>xx</sup>	-0,163	-0,417 <sup>x</sup>
$r$ .....	+0,279 <sup>xx</sup>	+0,049 <sup>xx</sup>	+0,245 <sup>x</sup>	+0,294 <sup>xx</sup>	+0,462 <sup>xx</sup>	-0,103

(1) Fósforo extraído pelo ácido sulfúrico 0,05 N.

(2) Fósforo extraído pelo ácido oxálico + oxalato de potássio N.

Com referência ao caso citado, que constituiu excessão, deve-se lembrar que nestes ensaios os solos argilosos foram predominantemente do tipo Terra Roxa, para os quais o método de determinação do fósforo através do ácido oxálico e oxalato de potássio não se mostra conveniente. Com efeito, tratando-se de um extrator enérgico, êste método determina como solúvel certas formas de fósforo ligadas à matéria orgânica e aos compostos de ferro e alumínio, comuns neste tipo de solo e, possivelmente, não disponíveis às plantas (14). Como consequência verifica-se a total ausência de correlação entre a resposta ao fósforo e teor dêste elemento no solo. Para êste caso, o efeito da adubação fosfatada pôde ser explicado apenas em parte, isto é, tão somente como função da acidez do solo.

Analisando-se os coeficientes obtidos para a regressão resposta ao fósforo  $\times$  teor de  $PO_4^{-3}$  no solo, independente da acidez, nota-se que o método do ácido oxálico e oxalato de potássio, tendo funcionado bem em solos arenosos, teve a sua eficiência diminuída, quando se consideraram todos os solos indistintamente, e foi nulo para os solos argilosos. Por outro lado, encarado sob o mesmo aspecto, o método do ácido sulfúrico comportou-se relativamente bem em todos os casos, notadamente nos solos argilosos.

Com respeito à acidez, verifica-se que à excessão do caso de solos argilosos, com o fósforo extraído pelo ácido sulfúrico, ela representou papel importante para explicar o comportamento da adubação fosfatada. No caso citado como excessão, a correlação foi devida predominantemente ao teor de  $PO_4^{-3}$  solúvel, ganhando-se pouco em precisão com a introdução da acidez no estudo.

Um aspecto interessante é revelado pela apreciação da correlação teor de  $PO_4^{-3}$  solúvel  $\times$  acidez no solo, representada pelo coeficiente  $r$ . Nota-se que para o método do ácido oxálico e oxalato de potássio ela existiu apenas quando se tratou de solos arenosos isoladamente. Considerando-se os solos em geral, ela foi desprezível, e no caso de solos argilosos foi até negativa, embora não significativa. Entretanto, êste fato, da existência de maiores quantidades de fósforo solúvel em solos menos ácidos, foi observado em todos os casos, quando se tratou do método do ácido sulfúrico. Isto poderia explicar os melhores resultados obtidos com êste método, para a regressão efeito do fósforo  $\times$  teor de  $PO_4^{-3}$  no solo, e também o papel menos importante desempenhado pela acidez, nestes casos. Com efeito, no caso de solos argilosos, em que se obteve o resultado mais expressivo para a correlação teor de  $PO_4^{-3}$   $\times$  acidez, o índice de acidez pouco contribuiu para esclarecer a resposta à adubação fosfatada. Em vista disso, parece razoável admitir que tal correlação possa constituir um controle nos métodos de extração do fósforo disponível no solo. Em outras palavras, os métodos seriam tão mais satisfatórios quanto mais precisa se obtivesse a correlação mencionada.

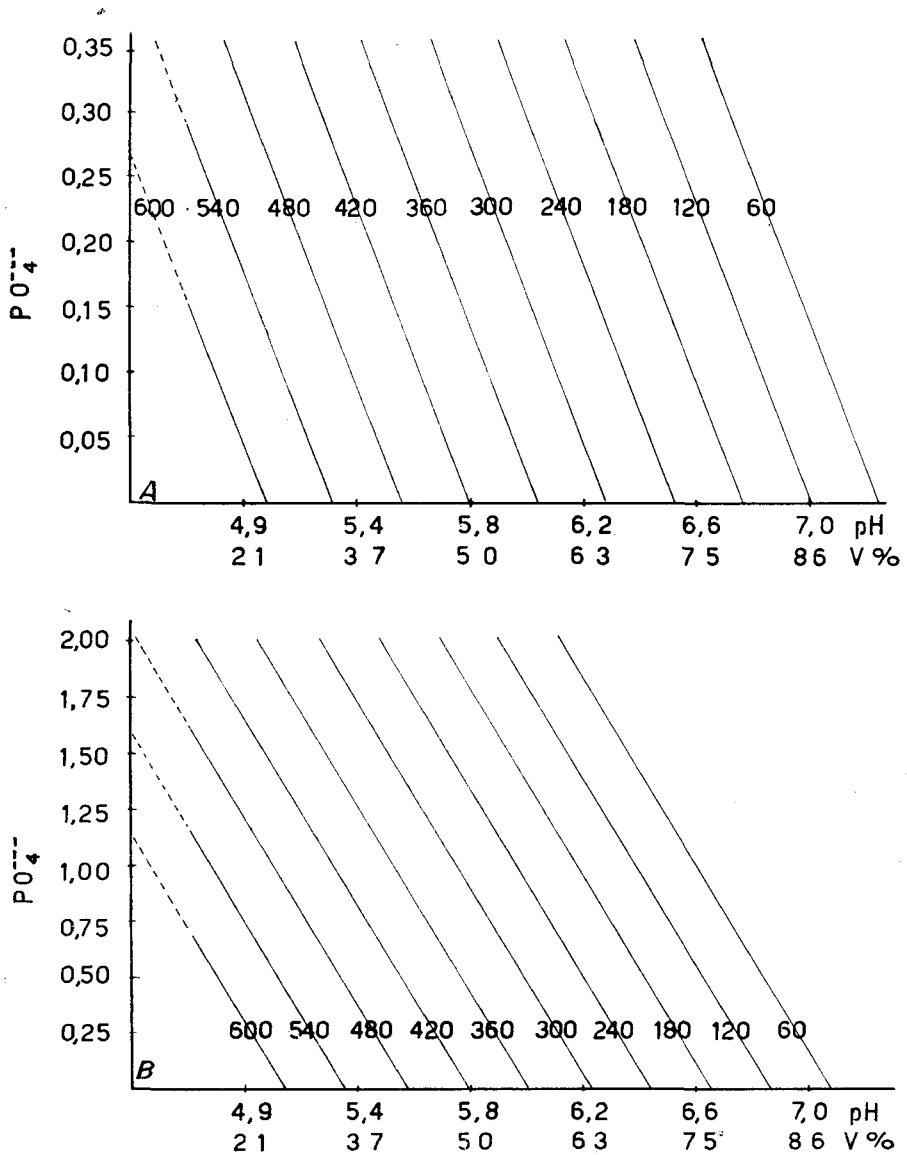


FIGURA 1. — Superfícies de resposta à adubação fosfatada, em função do teor de fósforo solúvel e da acidez do solo, expressas em kg/ha de algodão em caroço, quando se consideram vários tipos de solo do Estado de São Paulo. A — Fósforo extraído pelo ácido sulfúrico 0,05 N. B — Fósforo extraído pelo ácido oxálico + oxalato de potássio 1N. Fósforo solúvel dado em e.m.g de  $PO_4$  --- por 100 g de solo.



Do que foi exposto, poder-se-ia concluir que dos dois métodos de análise, o do ácido sulfúrico seria mais aconselhável para fins de recomendação da adubação fosfatada do algodoeiro. Entretanto, outro aspecto merece ser considerado, e se refere à capacidade discriminatória dos métodos. A análise das figuras 1 a 3 permite discutir o assunto sob este ângulo.

As linhas representadas nas figuras se referem às superfícies planas de respostas, obtidas pela aplicação de 90 kg/ha de  $P_2O_5$ , em função do teor de  $PO_4^{-3}$  e da acidez, determinados no solo. Verifica-se que quanto menor o teor de  $PO_4^{-3}$  e mais ácido o solo, maiores as respostas ao fósforo. Fixando-se um valor constante para a acidez, uma perpendicular traçada por este ponto atravessará as linhas de resposta em função dos teores de  $PO_4^{-3}$ . Evidentemente, quando maior for o número de diferentes linhas atravessadas (dentro dos limites prováveis do teor de fósforo no solo), maior será a capacidade discriminatória do método de determinação deste elemento. Em outras palavras, maior número de classes representativas do estado nutricional em fósforo, existirá para os solos. Conseqüentemente, surge a oportunidade do emprêgo de doses de fertilizantes técnica e economicamente mais racionais, para cada situação apresentada.

As figuras 1-B e 2-B são representativas dos resultados obtidos com o método do ácido oxálico e oxalato de potássio, para os solos em geral e só para os arenosos, respectivamente. Aplicando-se o raciocínio descrito, verifica-se que as perpendiculares traçadas por pontos de acidez constante atravessam, até o limite de 2,00 e.mg de  $PO_4^{-3}$  por 100 g de solo, teor considerado alto segundo o método, apreciável número de diferentes respostas em função do teor de fósforo no solo. Isto significa que o método, notadamente para os solos arenosos, revela a existência de uma escala gradual de disponibilidade deste nutriente, no solo. A figura 3-B se refere à aplicação deste método de análise aos solos argilosos e demonstra a sua ineficiência nestes casos, como já foi discutido.

As figuras 1-A, 2-A e 3-A se referem às determinações por meio do ácido sulfúrico, e processo idêntico ao descrito atrás permite avaliar a eficácia do método, em distinguir solos com diferentes disponibilidades em fósforo. Assim fazendo, verifica-se que somente nos solos argilosos as perpendiculares, traçadas por pontos representativos de acidez constante, atravessam número razoável de linhas de resposta. Nos solos em geral elas são apenas três, até o limite de 0,35 e.mg de  $PO_4^{-3}$  por 100 g de solo, teor considerado alto para este método (6). Em se tratando de solos arenosos, provavelmente em virtude de serem baixos, em média, os resultados da análise, o problema é bastante agravado, sendo apenas duas as linhas de resposta em função do teor de  $PO_4^{-3}$ , como se vê na figura 2-A. É forçoso reconhecer, neste

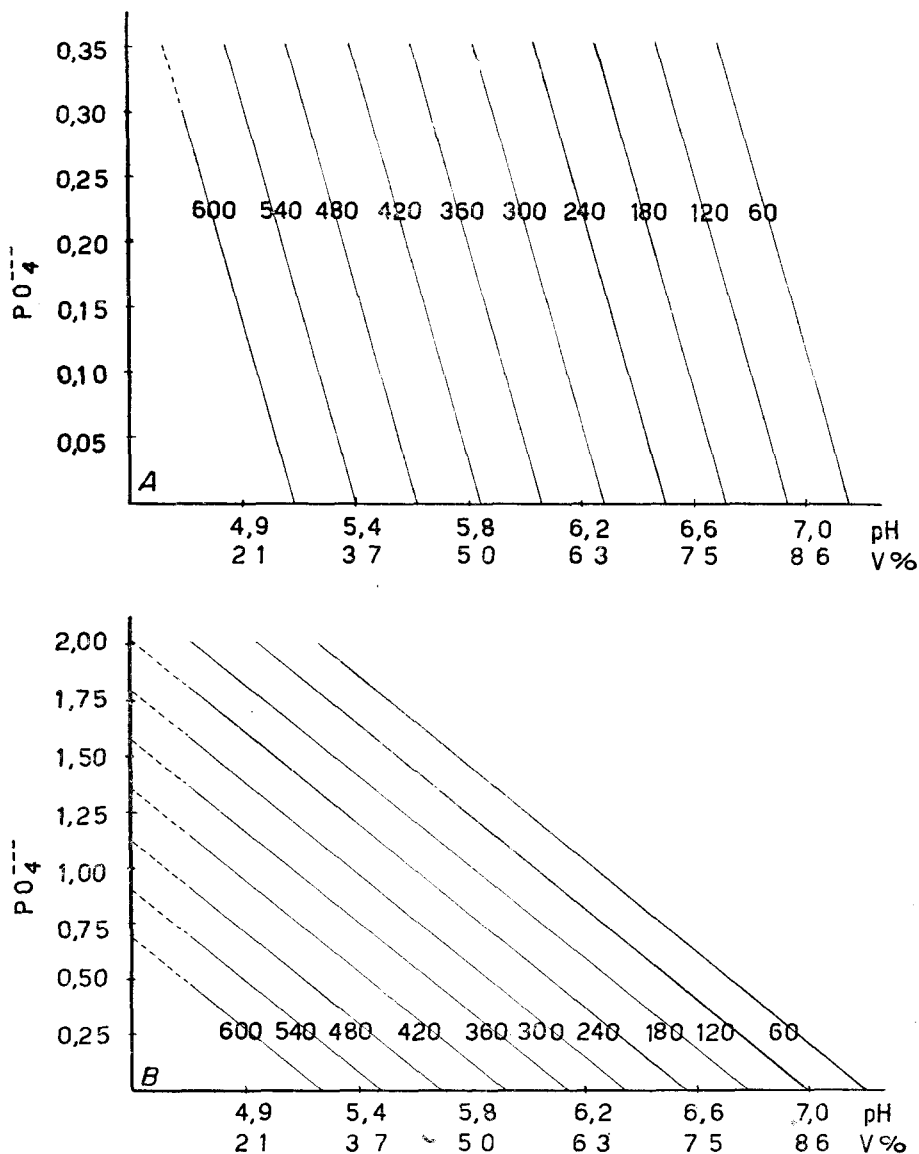


FIGURA 2. — Superfícies de resposta à adubação fosfatada, em função do teor de fósforo solúvel e da acidez do solo, expressas em kg/ha de algodão em caroço, em solos arenosos do Estado de São Paulo. A — Fósforo extraído pelo ácido sulfúrico 0,05 N. B — Fósforo extraído pelo ácido oxálico e oxalato de potássio 1N. Fósforo solúvel dado em e.mg de  $PO_4^{--}$  por 100 g de solo.

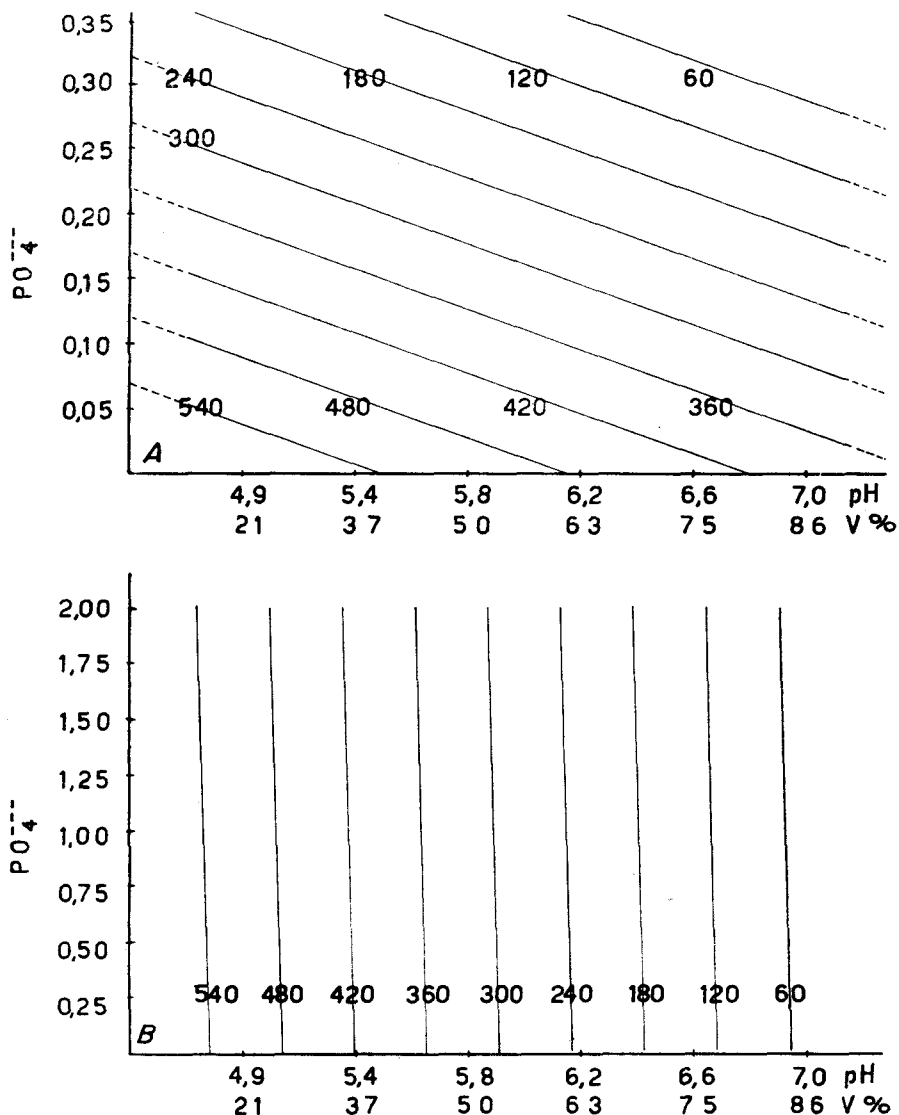


FIGURA 3. — Superfícies de resposta à adubação fosfatada, em função do teor de fósforo solúvel e da acidez do solo, expressas em kg/ha de algodão em caroço, em solos argilosos do Estado de São Paulo. A — Fósforo extraído pelo ácido sulfúrico 0,05 N. B — Fósforo extraído pelo ácido oxálico + oxalato de potássio 1N. Fósforo solúvel dado em e.mg de  $PO_4^{3-}$  por 100 g de solo.

caso, que abaixo de 0,15 e.mg de  $\text{PO}_4^{-3}$  por 100 g de solo, todos os valores revelados pela análise representam a mesma disponibilidade em fósforo, para o algodoeiro. O mesmo se daria para a faixa compreendida entre 0,15 e 0,30 e.mg de  $\text{PO}_4^{-3}$ , considerando-se a acidez constante. Parece razoável admitir que tal método não satisfaz plenamente as exigências de caráter técnico-econômico, para uma recomendação de adubação.

## 5 — CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados discutidos, pode-se, para as condições do Estado de São Paulo, concluir:

1) A magnitude das respostas do algodoeiro à adubação fosfatada pode ser prevista em função do teor de fósforo solúvel e da acidez do solo.

2) O método de análise de fósforo do solo, tendo como extrator ácido oxálico + oxalato de potássio N, mostrou-se o mais adequado para os solos arenosos, enquanto o outro, em que aquele elemento é extraído com ácido sulfúrico 0,05 N, foi o mais satisfatório para os solos argilosos.

3) Do ponto de vista prático, parece aconselhável a pesquisa de um terceiro método, de capacidade extratora intermediária aos dois discutidos, que, reunindo as vantagens e eliminado os inconvenientes de cada um, seja eficiente para qualquer tipo de solo.

4) A correlação teor de  $\text{PO}_4^{-3} \times$  acidez do solo, poderia constituir contróle prático para avaliar os processos de extração do fósforo disponível, que seriam tão mais satisfatórios quanto mais precisa a correlação. Se esta fôr suficientemente estreita, poderá mesmo dispensar a necessidade de se levar em conta a acidez do solo, na previsão dos efeitos da adubação fosfatada.

## CORRELATION BETWEEN COTTON RESPONSES TO PHOSPHOROUS FERTILIZATION AND CHEMICAL ANALYSIS ON STATE OF SÃO PAULO SOILS

### SUMMARY

In this paper the correlation between cotton responses to phosphorus application and chemical analysis of soils is discussed, based on 126 experiments conducted in the State of São Paulo. The results indicate the possibilities of estimating the effects due to phosphorous fertilization on the basis of the amount of soluble phosphorus and soil acidity, by means of a multiple regression equation.

Two methods of chemical analysis, utilizing respectively sulphuric acid 0.05 *N* and oxalic acid + potassium oxalate *N*, as extractor of phosphorus, were compared in the correlation studies. Both method show advantages and inconvenients, mainly when applied specifically to the clay or sandy soils. It was suggested that another method, with extraction capacity intermediate to those discussed, would be more appropriate for fertilizer recommendations, irrespective of the soil types considered.

#### LITERATURA CITADA

1. ADAMS, F. & EVANS, C. E. A Rapid Method for Measuring Lime Requirement of Red-Yellow Podzolic Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 26:355-357. 1962.
2. BRAY, R. H. Soil-Plant Relations: II — Balanced Fertilizer Use through Soil Tests for Potassium and Phosphorous. *Soil Sci.* 60: 463-473. 1945.
3. BROWN, W. G., JACKSON, T. L. & PETERSEN, R. G. Incorporating Soil Measurements Into Fertilizer Response Functions. *Agron. J.* 54: 152-154. 1962.
4. Campinas, Instituto Agronômico. Ensaio de adubação do algodoeiro. Resultados parciais relativos aos anos agrícolas de 1957/58 e 1958/59. Campinas, Instituto Agronômico, 1960. (Boletim n.º 114)
5. CATANI, R. A. & GALLO, J. R. Avaliação da exigência em calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. *Rev. Agric. Piracicaba*, 30: [49]-60. 1955.
6. ———, ——— & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agronômico, 1955. (Boletim n.º 69)
7. COMBEAU, A. (e outros). Observações sobre certas características dos solos ferralíticos. Relação entre os resultados da análise de solos e os rendimentos. *Fertilité*, n.º 13, 1961.
8. FITTS, J. W., BARTHOLOMEU, W. V. & HEIDEL, H. Correlation between Nitrifiable Nitrogen and Yield Response of Corn to Nitrogen Fertilization on Iowa Soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 17:119. 1953.
9. HANWAY, J. & DUMENIL, L. Predicting Nitrogen Fertilizer needs of Iowa Soils. III — Use of nitrate production together with other information as a basis for making nitrogen fertilizer recommendation for corn in Iowa. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19:77-80. 1955.
10. LONG, O. H. & SEATZ, L. F. Correlation of soil tests for available phosphorous and potassium with crop yield responses to fertilization. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 17:258-262. 1953.
11. PAIVA, J. E. (neto) (e outros). Observações gerais sobre os grandes tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11:[227]-253. 1951.
12. ———, ———. Contribuição ao estudo dos métodos analíticos e de extração, para a caracterização química dos solos do Estado de São Paulo. *In* Reunião Brasileira de Ciência do Solo, 1.º, Rio de Janeiro, 1947. *Anais. Rio de Janeiro, Soc. Bras. Sci. Solo*, 1950. p.[79]-108.

13. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Boletim n.º 12, do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. 1960.
14. VERDADE, F. C. (e outros). Níveis de fertilidade dos solos do Estado de São Paulo para a cultura algodoeira: I — Os teores de fósforo, nitrogênio e potássio. *Bragantia* 24:[55]-74. 1965.
15. VOSS, R. & PESEK, J. Generalization of yield equations in two variables: III — Application of yield data from 30 initial fertility levels. *Agron. J.* 54:267-271. 1962.
16. ———, ———. Estimation of effect coefficients relating soil test values and units of added fertilizer. *Agron. J.* 54:339-341. 1962.