

## RELAÇÃO ENTRE TEORES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO E pH DO SOLO, E A RESPOSTA À ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MILHO (\*)

LUIZ TÔRRES DE MIRANDA

*Engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais, Instituto Agrônomo*

### RESUMO

Foi calculada a correlação entre os dados de análises químicas de solos e a resposta à adubação fosfatada do milho, para um grupo de 33 ensaios realizados em várias localidades do Estado de São Paulo.

Encontrou-se alto coeficiente de correlação quando se excluíram dos cálculos os dados colhidos em terras com pH 4,9, inclusive, para baixo. Vinte e quatro valores situados além desse limite apresentaram coeficientes de correlação  $r = 0,844$  e  $r = 0,877$ , respectivamente para os níveis de 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Os dados analíticos, dentro das amplitudes de distribuição estudadas, apresentaram boa correlação com os dados obtidos nos experimentos de campo, podendo servir, desta forma, como base para recomendação de adubações fosfatadas para o milho.

### 1 — INTRODUÇÃO

O critério geralmente adotado entre nós ao emitir pareceres de adubação tem sido, até certo ponto, subjetivo. Os técnicos encarregados de efetuá-los orientam-se pelos limites estabelecidos para interpretação dos dados das análises de terra (1, 2) e por sua própria experiência na cultura com a qual trabalham. Não conhecemos, para os solos do Estado de São Paulo, trabalhos onde se procure correlacionar os dados das análises químicas do solo com os resultados obtidos em ensaios de adubação e que permitam uma previsão da resposta quantitativa à adubação para culturas específicas. Portanto, um parecer de adubação poderia, eventualmente, adquirir um caráter pessoal, de sorte a surgirem divergências entre técnicos que se proponham formulá-lo.

Seria necessário conduzir um grande número de ensaios se quiséssemos estabelecer correlações dentro de cada um dos principais

(\*) Recebido para publicação em 5 de novembro de 1959.

tipos de solos do Estado de São Paulo. Um trabalho desta natureza poderá ser feito no futuro, mas demanda maiores disponibilidades de pessoal e de material. Neste estudo restringimo-nos a uma análise em conjunto dos dados até aqui obtidos para a cultura do milho, sem levar em consideração o tipo de solo, de sorte a poder dispor de um razoável número de dados e, assim, com relativa segurança, procurar avaliar as correlações.

## 2 — MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados neste estudo os dados de 33 ensaios de adubação de milho, executados no período de 1951/52 a 1958/59 em diversas localidades do Estado de São Paulo. Os ensaios foram planejados em delineamento fatorial  $3 \times 3 \times 3$ . As parcelas tinham  $50 \text{ m}^2$ , isto é, cinco linha de 10 m, plantadas a um metro de distância entre si, colocando-se quatro sementes a cada 40 cm, e deixando-se duas plantas por cova no desbaste. Foram colhidas as três linhas centrais de cada canteiro.

Foram usadas tanto uma como duas repetições, no primeiro caso com confundimento de dois graus de liberdade da interação tripla, e no segundo com confundimento parcial de quatro graus de liberdade da interação tripla. Na análise estatística de cada ensaio foi tomada como erro a soma das interações triplas que não figuraram como blocos, perfazendo seis graus de liberdade quando se usou uma só repetição, e 22 graus de liberdade quando foram usadas duas repetições.

As doses empregadas nos ensaios até o de n.º 40, inclusive, foram respectivamente 30, 60 e 30 kg/ha de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , aplicados sob as formas de sulfato de amônio (com 20% de N), superfosfato simples (com 20,5% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), e cloreto de potássio (com 60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) (ver quadro 1). Do ensaio n.º 40 em diante, plantados em 1958/59, as doses básicas utilizadas foram respectivamente 60, 60 e 60 kg/ha de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , sob as formas de nitrocálcio (com 20,5% de N), uma mistura de superfosfato simples e fosfato de Olinda (êste com 28-30% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na proporção de 2:1 do total de fósforo aplicado), e cloreto de potássio (com 60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ).

O fósforo e o potássio em todos os ensaios foram aplicados no sulco de plantio. Até o ensaio n.º 40 as sementes ficaram em contato com os adubos que foram antes ligeiramente misturados com a

terra; nos demais os adubos foram colocados em sulcos laterais distantes cêrca de 5 cm abaixo e ao lado das sementes. Até o ensaio supra mencionado todo o nitrogênio foi aplicado em cobertura, 40 a 50 dias após a semeadura; nos demais aplicou-se 1/3 do azôto no sulco de plantio e o restante em cobertura.

As análises estatísticas foram efetuadas com os dados originais de produção por parcela, de milho em espiga, sem palha. Os dados transformados em kg/ha têm fator de correção 0,8 para conversão da produção em grãos.

As análises químicas utilizadas foram realizadas na Seção de Química do Instituto Agrônômico (3), sendo a única diferença para com o método citado o fato de que para a determinação do fósforo solúvel não é aplicada a lei hiperbólica de Vageler, mas feita uma única extração por 100 ml da solução extratora em 10 g de terra.

### 3 — RESULTADOS

Para um nível constante de N mas diferentes teores de fósforo do solo, tal como é indicado pela análise química, verifica-se que a relação das produções  $P_1/P_0$  ou  $P_2/P_0$  expressa porcentualmente, pode ser descrita pela função:

$$P_1/P_0 \times 100 = C_0 + C_1 (1/PO_4). \quad (1)$$

Onde  $C_0$  e  $C_1$  são coeficientes calculados a partir dos dados.

A justificativa desta expressão porcentual pode ser encontrada nos trabalhos de Willcox (5, 6). Procedendo do mesmo modo com diferentes níveis de N, foi verificado que os coeficientes  $C_0$  e  $C_1$  têm variação regular, portanto em função de N. Estas variações podem ser descritas por uma função do segundo grau:

$$C_0 \text{ (ou } C_1) = a + bN + cN^2. \quad (2)$$

Substituindo  $C_0$  e  $C_1$  em (1), que é função do fósforo, por êstes novos valores, que são função de N, obtém-se uma estimativa do aumento porcentual determinado pelas doses de fósforo empregadas, levando em consideração os teores de nitrogênio e de fósforo do solo, tal como indicados pelas análises. Esta relação descreve matemati-

camente uma superfície de resposta. Para as doses de fósforo que foram usadas, 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , as expressões numéricas foram as seguintes:

(a) Para  $P_1$  (dose de 60 kg/ha de  $P_2O_5$ ):

$$\begin{aligned} P_1/P_0 \times 100 &= C_0 + C_1 (1/PO_4) \\ C_0 &= 135,94 - 382,84 N + 927,00 N^2 \\ C_1 &= 15,20 - 282,83 N + 1488,18 N^2 \end{aligned} \quad (3a)$$

(b) Para  $P_2$  (dose de 120 kg/ha de  $P_2O_5$ ):

$$\begin{aligned} C_0 &= 163,69 - 754,75 N + 2134,89 N^2 \\ C_1 &= 22,28 - 418,31 N + 2145,28 N^2 \end{aligned} \quad (3b)$$

Estas funções foram determinadas pelo método dos quadrados mínimos, com os dados de 33 ensaios cuja amplitude de distribuição de N e  $PO_4$  é indicada na figura 1. No quadro 1, além de outros elementos são apresentados os dados observados e calculados.

No quadro 2 são apresentados, já calculados, os valores de  $C_0$  e  $C_1$  para os níveis de N do solo e as doses de fósforo utilizadas (60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ ).

Dentro da amplitude de distribuição estudada só não foi tomado em consideração o resultado do ensaio instalado em Parapanema, identificado sob n.º 23, e que deu relações  $P_1/P_0 \times 100$  e  $P_2/P_0 \times 100$  de 334,1 e 490,9, respectivamente, bem longe, portanto, dos valores usualmente obtidos, os quais variam dentro dos limites de 87,2 a 251,5. Não encontramos, face aos valores calculados, uma explicação razoável para aquêles índices tão elevados, que constituem, sem dúvida, um resultado bastante raro.

Os dados calculados pela equação (3) deram, com os valores observados, coeficientes de correlação  $r = 0,415$  e  $r = 0,494$ , respectivamente para as doses de  $P_1$  e  $P_2$  (60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ ).

Comparando os valores  $P_1/P_0 \times 100$  e  $P_2/P_0 \times 100$  observados e calculados (quadro 1), verifica-se que os maiores desvios são devidos aos valores com mais elevada acidez (pH mais baixo). Há um caso também de desvio bastante acentuado, em que o solo apresenta teor muito baixo de nitrogênio ( $N = 0,04$ ), portanto num dos extremos da amplitude de distribuição.

QUADRO 1. — Relação dos ensaios de adubação do milho conduzidos em diferentes localidades do Estado de São Paulo, com indicação dos coeficientes de variação, níveis de azoto e de fósforo, e pH das amostras locais dos solos, bem como dos valores observados e calculados  $P_2/P_0 \times 100$  para os níveis de 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ .

Identificação do ensaio	Dados da análise do solo						$P_1/P_0 \times 100$		$P_2/P_0 \times 100$	
	Coeficiente de variação	N	PO <sub>4</sub> *** m.e./100 g solo	pH	observado	calculado por N e PO <sub>4</sub> *** do solo	calculado por N, PO <sub>4</sub> *** e pH do solo	observado	calculado por N e PO <sub>4</sub> *** do solo	calculado por N, PO <sub>4</sub> *** e pH do solo
1 - Avaré, 1957/58 (**)	56,3	0,17	0,23	4,70	167,2	141,1	172,7	189,0	154,4	215,9
2 - Avaré, 1957/58 (**)	16,9	0,06	0,10	5,60	116,5	152,2	124,3	122,3	171,3	162,6
3 - Rio Preto, 1957/58 (**)	15,7	0,08	0,25	5,55	99,5	119,6	111,8	107,8	127,2	128,9
4 - Ataliba Leonel, 1956/57 (**)	19,8	0,15	0,26	4,90	123,0	123,5	142,1	139,4	128,6	165,2
5 - Bauru, 1957/58 (**)	33,9	0,06	0,06	5,95	120,9	188,1	109,3	129,0	224,1	172,6
7 - São Simão, 1957/58 (**)	19,6	0,11	1,04	5,65	95,5	107,1	93,8	98,8	108,6	101,2
8 - Piraçununga, 1957/58 (**)	49,0	0,13	0,32	4,60	111,5	113,0	138,6	143,8	146,6	154,8
9 - Avaré, 1951/52 (*)	13,1	0,05	0,09	5,20	199,2	172,2	173,9	243,0	206,0	255,6
10 - São Simão, 1956/57 (**)	15,9	0,13	0,60	5,30	111,9	107,8	114,4	116,1	108,6	111,8
11 - Orfândia, 1956/57 (**)	15,0	0,13	1,28	4,75	99,3	104,6	99,2	99,5	104,9	108,8
13 - S. J. da Boa Vista, 1956/57 (**)	17,3	0,11	0,71	5,25	100,2	108,0	113,8	102,7	109,6	110,0
14 - Piraju, 1955/56 (**)	9,3	0,15	0,82	5,30	106,7	107,0	109,9	107,2	108,0	105,9
16 - São Simão, 1955/56 (**)	19,8	0,16	0,51	5,90	106,8	114,2	111,1	111,9	117,7	107,2
18 - Engenheiro Hermilo, 1955/56 (**)	11,6	0,12	0,26	6,00	119,1	113,7	101,6	118,2	115,3	94,9
19 - Piraçununga, 1955/56 (**)	11,3	0,14	0,77	5,70	98,8	106,7	107,7	99,8	107,4	101,8
20 - S. J. da Boa Vista, 1954/55 (**)	16,2	0,11	0,99	4,95	105,0	107,2	107,7	101,1	108,8	107,8
21 - Engenheiro Hermilo, 1954/55 (**)	13,9	0,14	0,84	5,75	106,0	106,2	105,5	107,1	106,7	100,3
23 - Paranapanema, 1953/54 (*)	12,4	0,11	0,31	4,70	334,1	110,3	106,5	490,9	112,1	106,8
25 - S. J. da Boa Vista, 1953/54 (**)	17,9	0,11	0,40	5,70	113,1	110,3	106,5	108,3	112,1	106,8
29 - Sertãozinho, 1951/52 (*)	25,5	0,16	0,91	6,20	95,7	107,3	99,4	99,0	108,9	98,2
30 - Botucatu, 1956/57 (**)	13,9	0,18	0,41	5,10	132,0	127,6	139,6	147,8	137,2	154,5
40 - Cordeirópolis, 1958/59 (*)	22,3	0,14	0,46	4,50	131,7	110,9	132,9	136,7	112,4	141,1
41 - Promissão, 1958/59 (*)	11,4	0,07	0,07	5,60	136,1	152,1	130,5	140,4	171,5	168,8
42 - Araraquara, 1958/59 (*)	25,5	0,17	0,42	5,80	103,2	111,9	108,5	87,2	113,6	105,2
44 - Catanduva, 1958/59 (*)	16,4	0,04	0,13	5,20	176,9	170,3	174,0	124,0	204,0	249,3
45 - Catanduva, 1958/59 (*)	17,3	0,05	0,20	5,30	116,9	143,0	143,4	208,2	164,9	187,7
46 - Atirópolis, 1958/59 (*)	18,1	0,13	0,30	5,30	140,0	106,6	111,0	143,0	107,1	106,0
47 - Luis Antônio, 1958/59 (*)	74,4	0,11	0,30	4,50	183,6	112,0	136,3	160,7	113,9	160,4
49 - Jardimópolis, 1958/59 (*)	28,8	0,19	0,36	5,30	134,1	138,6	145,1	133,0	153,6	166,5
50 - Engenheiro Hermilo, 1958/59 (*)	44,1	0,08	0,15	5,10	119,4	125,2	134,2	143,8	134,0	171,5
52 - Avaré, 1958/59 (*)	11,1	0,10	0,09	4,80	228,4	126,9	153,8	251,5	130,4	193,8
53 - Ataliba Leonel, 1958/59 (*)	16,4	0,07	0,06	5,30	150,7	158,5	149,9	171,8	179,8	214,9
55 - Ataliba Leonel, 1958/59 (*)	26,9	0,10	0,09	4,90	100,8	126,9	147,3	97,1	130,4	185,5
56 - Botucatu, 1958/59 (*)	22,0	0,21	0,46	5,20	139,4	143,0	153,9	154,8	162,4	175,4

(\*) Ensaio com uma repetição.

(\*\*) Ensaio com duas repetições.

QUADRO 2. — Valores de  $C_0$  e  $C_1$ , em função de N do solo (em gramas por 100 gramas de terra)

N em 100 g de terra	$P_1$		$P_2$	
	$C_0$	$C_1$	$C_0$	$C_1$
0,04	122,11	6,27	134,98	8,98
0,05	119,12	4,78	131,29	6,72
0,06	116,31	3,59	126,10	4,90
0,07	113,68	2,69	121,32	3,51
0,08	111,25	2,09	116,97	2,55
0,09	108,99	1,80	113,05	2,01
0,10	106,93	1,80	109,57	1,88
0,11	105,5	2,10	106,50	2,23
0,12	103,35	2,69	103,86	2,97
0,13	101,84	3,58	101,65	4,16
0,14	100,52	4,77	99,87	5,77
0,15	99,38	6,26	98,52	7,80
0,16	98,42	8,05	97,58	10,27
0,17	97,66	9,98	97,08	13,17
0,18	97,08	12,51	97,01	16,49
0,19	96,68	15,18	97,36	20,24
0,20	96,46	18,16	98,14	24,43
0,21	96,44	21,44	99,34	29,04

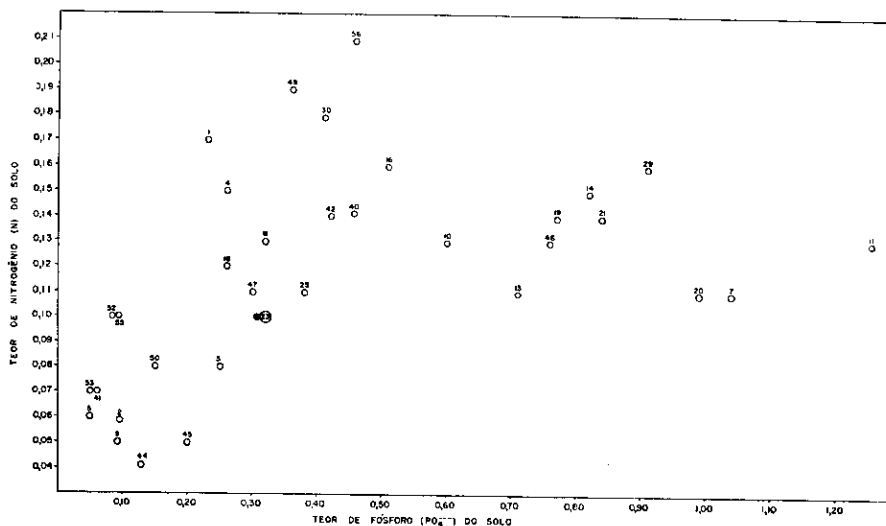


FIGURA 1. — Representação gráfica das amplitudes de distribuição dos teores de nitrogênio (N) e de fósforo (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), em solos onde foram realizados 33 ensaios de adubação do milho e cujos dados foram estudados em conjunto.

Os desvios mais acentuados correspondem aos solos mais pobres em fósforo, condição esta que acentua o efeito do pH. Agrupando os solos em diversos níveis com semelhante teor de fósforo verifica-se que para um determinado nível a relação  $P_1/P_0$  observada, dividida por  $P_1/P_0$  calculada, é função do pH.

Esta relação, em porcentagem, pode ser expressa por

$$y = A + B \times \text{pH}. \quad (4)$$

Onde A e B são coeficientes calculados a partir dos dados.

O mesmo, naturalmente, se aplica ao nível  $P_2$ .

Para os diferentes níveis de fósforo, A e B variam em função desses níveis e podem ser descritos como funções do segundo grau:

$$A \text{ (ou } B) = a + b (\text{PO}_4) + c (\text{PO}_4)^2 \quad (5)$$

que, substituídos em (4), dão a correção para o pH. Alguns dos valores A e B são apresentados no quadro 3.

Os valores calculados pelas expressões (3a) e (3b) multiplicados por y, obtido em (4), dão uma fórmula geral válida dentro da amplitude de distribuição, a qual dá uma estimativa da resposta ao fósforo aplicado como adubo, em função de N,  $\text{PO}_4$  e pH do solo. Os valores encontrados para as doses de 60 e 120 kg/ha de  $\text{P}_2\text{O}_5$  são os seguintes:

$$P_1/P_0 \times 100 = [C_0 + C_1 (1/\text{PO}_4)] \times (A - B \times \text{pH})$$

$$C_0 = 135,94 - 382,84 N + 927,00 N^2$$

$$C_1 = 15,20 - 282,83 N + 1488,18 N^2$$

$$A = 419,16 - 660,50 (\text{PO}_4) + 393,14 (\text{PO}_4)^2$$

$$B = 61,81 - 134,66 (\text{PO}_4) + 83,28 (\text{PO}_4)^2 \quad (6a)$$

$$P_2/P_0 \times 100 = [C_0 + C_1 (1/\text{PO}_4)] \times (A - B \times \text{pH})$$

$$C_0 = 163,69 - 754,75 N + 2134,89 N^2$$

$$C_1 = 22,28 - 418,31 N + 2145,89 N^2$$

$$A = 505,97 - 761,62 (\text{PO}_4) + 391,37 (\text{PO}_4)^2$$

$$B = 72,44 - 135,27 (\text{PO}_4) + 70,29 (\text{PO}_4)^2 \quad (6b)$$

Os valores assim calculados dão, com os valores observados, coeficientes de correlação  $r = 0,642$  e  $r = 0,602$ , respectivamente para as doses de 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ . Se dentre os 33 ensaios excluirmos aqueles instalados em solos com pH 4,9, inclusive, para baixo, e o único com teor de N igual a 0,04 que está num dos extremos da amplitude de distribuição, ficaremos com vinte e quatro valores cujos coeficientes de correlação passarão a ser  $r = 0,844$  e  $r = 0,877$ .

QUADRO 3. — Valores de A e B, em função do  $PO_4^{---}$  do solo (em m.e./100 g de terra)

$PO_4^{---}$ m.e./100 g	$P_1$		$P_2$	
	A	B	A	B
0,05	387,12	55,29	468,87	65,86
0,06	380,94	54,03	461,68	64,57
0,07	374,86	52,79	454,58	63,31
0,09	362,90	50,36	440,59	60,84
0,10	357,04	49,17	433,72	59,61
0,13	339,94	45,71	413,57	56,04
0,15	328,94	43,48	400,54	53,73
0,20	302,79	38,21	369,30	48,20
0,23	288,05	35,25	351,50	45,05
0,25	278,61	33,35	340,03	43,01
0,26	274,01	32,43	334,41	42,02
0,30	256,39	29,94	312,70	38,19
0,32	248,06	27,25	302,33	36,35
0,36	232,33	24,12	282,51	32,85
0,40	217,86	21,27	263,94	29,58
0,41	214,45	20,60	259,50	28,80
0,42	211,10	19,94	255,13	28,03
0,46	198,52	17,49	238,44	25,09
0,51	184,57	14,79	219,34	21,73
0,60	164,39	10,99	189,89	16,58
0,71	148,39	8,18	162,51	11,83
0,76	144,26	7,57	153,20	10,23
0,77	143,67	7,50	151,56	9,95
0,82	141,90	7,39	144,60	8,78
0,84	141,74	7,46	142,36	8,41
0,91	143,67	8,23	136,99	7,55
0,99	150,59	10,12	135,55	7,41
1,04	154,46	11,84	137,20	7,79



4 — DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Foram obtidos altos coeficientes de correlação entre os valores observados e os calculados em um grupo de ensaios de adubação de milho. O aumento do coeficiente de correlação alcançado pela exclusão dos dados obtidos em solos de pH baixo pode ser parcialmente esclarecido pelo exame dos dados apresentados na figura 2, onde se nota que entre pH 4,9 e pH 5,8 aproximadamente, o coeficiente variação é bem menor que nos extremos do campo de distribuição estudado (na realidade, para êsse tipo de delineamento há uma correlação negativa entre produção absoluta e pH, da ordem de  $r = -0,6$ , o que naturalmente afeta o coeficiente de variação). É interessante, a respeito, o que foi verificado na Estação Experimental de Ohio, mencionado por Thompson (4), em que se observou que em rotação com leguminosas o pH ótimo era 6,8, porém em soluções culturais o ótimo se situava entre pH 5,0 a pH 5,9.

É bem verdade que já melhoraria muito o coeficiente de correlação se fôssem

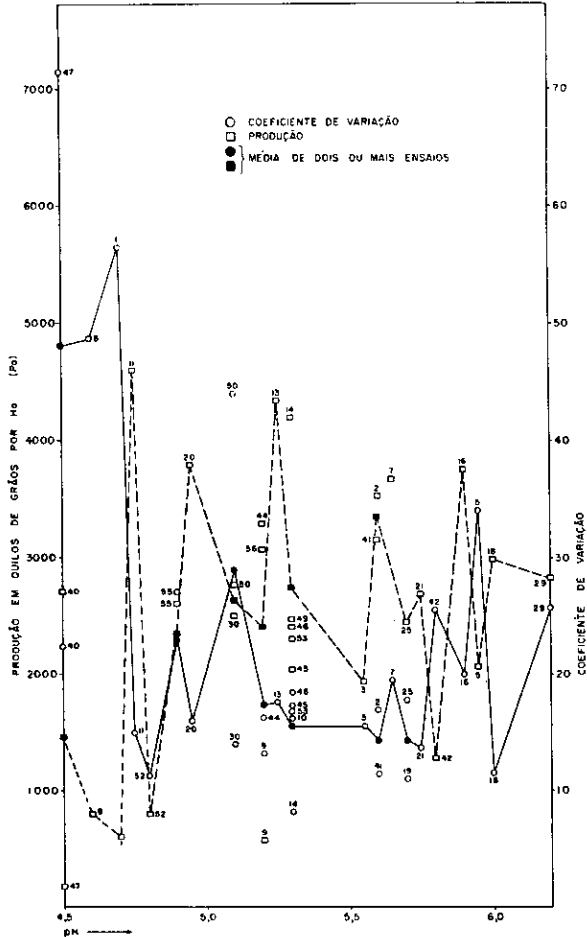


FIGURA 2. — Representação gráfica da relação entre a acidez do solo e as produções de milho. (Comparar com a figura 1, para relacionar com os teores de N e PO<sub>4</sub>).

eliminados apenas os valores correspondentes aos ensaios identificados sob n.ºs 44 e 55.

Observa-se, ainda, na figura 2, que nos solos relativamente ricos de fósforo (ensaios n.ºs 11 e 40, por exemplo) as produções e estimativas são menos afetadas pela acidez, o que é previsto nas equações aqui desenvolvidas. Talvez fôsse alcançada uma correção mais exata para o pH se medida diretamente pelo teor de alumínio tóxico, ou acidez nociva do solo. Seria interessante verificar também as diferentes formas de fósforo do solo, especialmente quando o nível de N é muito baixo (ensaio n.º 44, por exemplo).

Tendo em vista a grande diversidade dos solos em que foram instalados os ensaios, incluindo terra-roxa, arenito de Botucatu, arenito de Bauru, terra-roxa-misturada, e mesmo alguns solos com formação de cerrado, os resultados obtidos são animadores.

A primeira vista parece muito trabalhoso o uso das equações desenvolvidas, porém os valores dos coeficientes  $C_0$ ,  $C_1$ , A e B podem ser tabelados, o que foi feito parcialmente nos quadros 2 e 3. Obtidos os valores das respostas à aplicação de 60 e 120 kg/ha de  $P_2O_5$ , é possível calcular pelos métodos usualmente utilizados, a quantidade de adubo com maior probabilidade de dar máximo rendimento econômico.

Convém, finalmente, assinalar que pode ser estudada da mesma maneira a resposta ao nitrogênio, para o que é preciso, entretanto, determinar os seus coeficientes específicos.

#### CORRELATION BETWEEN SOIL PHOSPHORUS, NITROGEN, AND pH, AND CORN RESPONSE TO PHOSPHATE FERTILIZERS

##### SUMMARY

The correlation between phosphorus, nitrogen and pH in the soil and the response to phosphate application was studied in 33 NPK fertilizer trials of the 3<sup>3</sup> factorial design.

The calculated responses to phosphorus based on the results of soil analysis and the actual yield values had the correlation coefficients  $r = 0.642$  and  $r = 0.602$  for the two levels, 60 and 120 kg of  $P_2O_5$  per hectare, respectively. When the experiments in soils with a pH below 4.9 were excluded, as well as a single experiment in a soil extremely low in N, the remaining 24 trials gave the correlation values  $r = 0.844$  and  $r = 0.877$  for the two phosphorus levels respectively.

It is believed that the corn response to phosphate application can be reasonably predicted based on phosphorus and nitrogen content and pH of the soil. The results of soil analysis may thus serve as a basis for phosphate fertilizer recommendation in case of this crop.

## LITERATURA CITADA

1. CATANI, R. A., GALLO, J. R. & GARGANTINI, H. Amostragem de solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Campinas, Instituto agrônomo, 1955. 28p. (Boletim n.º 69)
2. Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo. Tabela de interpretação das análises de terra. Campinas, Instituto agrônomo, Seção de Química, s. d. [Mimeografado]
3. PAIVA, J. E. (neto), CATANI, R. A., QUEIROZ, M. S., & KÜPPER, A. 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.ª, Rio de Janeiro, 1950. Anais. Rio de Janeiro, Soc. bras. Ciência do Solo, 1950. p. 79-108.
4. THOMPSON, L. M. Soils and soil fertility. New York, McGraw Hill Book Company, Inc., 1952. 339p.
5. WILLCOX, O. W. ABC of agrobiolgy. New York, W. W. Norton & Co., 1937. 323p.
6. ——— Principles of agrobiolgy. Or the law of plant growth in relation to crop production. New York, Palmer Publishing Corporation. 1930. 96p.