



AVALIAÇÃO DO EFEITO DE NÍVEIS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE FÓSFORO NA PRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS E NOS TEORES DE FÓSFORO DE DOIS SOLOS DO VALE DO SUB-MÉDIO SÃO FRANCISCO.

C.M.B. de Faria & J.R. Pereira^{1/}

Avaliação do efeito de nívei

FL - 00717



RESUMO

Estudou-se a influência de níveis e épocas de aplicação de fósforo na produção de um sistema de rotação de cultura durante três cultivos em um oxisol e vertisol com capacidades máximas de adsorção de 0,410 e 0,959 mg de P/g de solo, respectivamente. As alterações do teor de fósforo no solo e a percentagem de recuperação do fósforo aplicado através de extrações químicas pelos métodos de Mehlich e Bray 1, após o cultivo do último ciclo de cultura, foram também avaliadas.

Os tratamentos consistiram de uma testemunha e de três níveis de fósforo: 60, 120 e 180 kg/ha de P_2O_5 , aplicados da seguinte maneira: a) uma aplicação para cada ciclo de cultura; b), uma aplicação para cada dois ciclos de cultura; e c), uma única aplicação para os três ciclos de cultura.

Não foi constatado nenhuma diferença significativa entre os tratamentos na produção das culturas.

Enquanto no oxisol as extrações de fósforo pelo método de Bray 1 foi maior do que pelo método de Mehlich, no vertisol, o inverso aconteceu.

O incremento no teor de fósforo no solo e a percentagem de recu-

^{1/} Eng^o Agr^o., Pesquisador do CPATSA/EMBRAPA, Petrolina-PE.

peração do fósforo aplicado foi maior para o oxisol do que para o vertisol por ambos extratores.

A recuperação do fósforo no oxisol dependeu tanto dos níveis como das épocas de aplicação, e no vertisol demonstrou depender somente das épocas de aplicação.

SUMMARY

The influences of four levels of phosphorus and three application times on the production of crops in a rotation systems during three seasons were studied. The study was carried out in an oxisol and vertisol, having maximum phosphorus adsorption capacity of 0.410 and 0.959 mg of P/g of soil respectively. The changes in the soil phosphorus content, and percent phosphorus recovery by chemical extractions using Mehlich, and Bray 1 methods were also evaluated.

The treatments consisted of four P_2O_5 application levels, 0, 60, 120 and 180 kg/ha, applied as follows: a) one application per crop season; b) one application every two crop seasons, and c) one application every three crop seasons.

There was no significant difference for crop production among treatments. Phosphorus extraction from the oxisol was higher by Bray 1 method than by Mehlich method, while in the vertisol the reverse occurred. The increases in the soil phosphorus content and the phosphorus percent recovery were higher in the oxisol than in the vertisol for both extraction methods. The phosphorus recovery from the oxisol was affected by the phosphorus application levels and time of application, while in the vertisol, the application time was more important.

INTRODUÇÃO

Geralmente onde a exploração agrícola é bastante intensiva, como

nas áreas irrigadas do Sub-Médio São Francisco, o uso dos fertilizantes pelos agricultores é elevado, resultando em resíduos no solo, principalmente os fosfatados, que poderão permanecer ou se acumularem ao longo do tempo (Siqueira, 1976).

Young et alii (1960) em um trabalho de rotação com quatro culturas, durante 40 anos, em 60 lb/ac de P, era aplicado a cada quatro anos, verificaram que no final do experimento o teor "disponível" de fósforo no solo era maior (21 a 28 ppm) do que no início do experimento (18 ppm). Read et alii (1977) constataram que o efeito residual sobre o rendimento da cultura perdurou durante os oito anos de trabalho executado por eles e acreditam que das aplicações maiores, 400 kg/ha de P, este efeito poderia continuar por muito tempo ainda. Leamer (1963) observou que o rendimento da planta manteve-se alto até seis anos ou até quando uma quantidade de fósforo igual a das aplicações iniciais foi removida pelas colheitas. Matocha et alii (1970) observaram que dependendo da quantidade aplicada inicialmente, o fósforo pode permanecer altamente disponível no solo por mais de 10 anos.

Desta forma, o conhecimento do resíduo de fósforo no solo torna-se de grande importância para as novas adubações a serem feitas. Entretanto, a eficiência do efeito residual sobre o rendimento da planta depende de vários fatores, tais como, do tipo do solo, textura, capacidade de adsorção de fósforo, nível inicial de fósforo disponível, taxa de fósforo aplicado, forma do material fosfatado adicionado, tipos de produtos formados das reações dos fosfatos com os componentes do solo, da capacidade de remoção de fósforo pela cultura (Olsen et alii, 1954; Matocha et alii, 1970 e Read et alii, 1977).

A avaliação da eficiência do resíduo de fosfato no solo pode ser feita mediante os extratores químicos de fósforo "disponível", conforme Fole & Grimm (1973), Leamer (1963) e Olsen et alii (1954).

O presente trabalho teve como objetivo, medir o efeito de níveis e frequência de aplicação de fósforo na produção de um sistema de

4
rotação de cultura em dois solos do Sub-Médio São Francisco, e fazer uma avaliação do resíduo do fósforo no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram lançados, sendo um deles num oxisol, no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE., e o outro num vertisol, no Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA., ambos situados no Vale do Sub-Médio São Francisco. Enquanto os oxisolos se apresentam como solos de textura areia franca até franco-argilo-arenoso, com argila do grupo 1:1, profundos, alta taxa de infiltração, os vertisolos são solos de textura argila siltosa ou franco-argilo-siltoso, com predominância das argilas do grupo 2:1, montmorilonita, baixas taxas de infiltração e permeabilidade, segundo BuRec (1970).

Uma vez escolhidos os locais dos experimentos nos referidos solos, coletou-se amostras de solo e determinou-se a capacidade máxima de adsorção de fósforo através da equação de Langmuir, segundo Fassbender (1966), assim como algumas características químicas, cujos resultados estão apresentados no quadro 1.

Foram estabelecidos sistemas de rotação algodão (Gossypium hirsutum, L.) Var. IAC 13-1, seguido de milho (Zea mays, L.) Var. Pirã não para o experimento do oxisol, e algodão da mesma variedade, seguido de arroz (Oryza sativa, L.) Var. Amarelão Precoce de Goiás para o experimento do vertisol. Em cada local foram cultivados três ciclos de cultura num período aproximado de um ano e meio. Durante o ciclo das culturas, o solo era mantido adequadamente úmido através de irrigações por infiltração e inundação para o oxisol e vertisol, respectivamente.

Em ambos locais, o delineamento experimental foi de blocos ao

acaso com quatro repetições e 10 tratamentos, constituídos de uma testemunha e três níveis de fósforo: 60, 120 e 180 kg/ha de P_2O_5 aplicados da seguinte maneira: a) uma aplicação para cada ciclo de cultura; b) uma aplicação para cada dois ciclos de cultura; e c) uma única aplicação para os três ciclos de cultura. As parcelas tinham as dimensões de 4,00 m x 6,00 m.

Todos os tratamentos receberam uma adubação básica de 120 kg/ha de N e 30 kg/ha de K_2O por ciclo de cultura. O nitrogênio era parcelado duas vezes no vertisol, metade no plantio e outra metade aos 40 dias após o plantio, e três vezes no oxisol, 1/3 no plantio, 1/3 aos 25 e o outro terço aos 45 dias após o plantio. O fósforo, potássio e a primeira parcela de nitrogênio foram aplicados a lanco e incorporados ao solo. O restante do nitrogênio, foi aplicado em cobertura ao lado das fileiras das plantas. Como fontes de nutrientes foram usados o sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (20% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O).

Após a colheita do terceiro ciclo de cultura, coletou-se amostras de solo de cada parcela e extraiu-se o fósforo disponível pelos métodos de Mehlich: $HCl\ 0,05N + H_2SO_4\ 0,025N$ e Bray 1: $NH_4F\ 0,03N + HCl\ 0,025N$, segundo metodologia descrita por Olsen & Dean (1965). Com estes valores de fósforo "disponível", determinou-se a recuperação do fósforo residual, utilizando-se a fórmula:

$$\% \text{ recuperação} = \frac{P.\text{Análise} - P.\text{Testemunha}}{P.\text{Aplicado}} \times 100$$

onde P.Análise é a quantidade de fósforo extraído do tratamento X, P.Testemunha é a quantidade de fósforo extraído do solo que não recebeu fósforo, e P.Aplicado é a quantidade de fósforo aplicado no tratamento X, segundo Fole & Grimm (1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção encontram-se apresentados no quadro 2. (No

terceiro ciclo de cultura no oxisol, a produção do algodão foi perdida em decorrência das plantas terem apresentado um crescimento muito desuniforme, e da ocorrência de muita chuva no período da colheita. A análise estatística não revelou diferença significativa entre os tratamentos para nenhum ciclo de cultura em ambos os solos, apesar do teor de fósforo nos solos no início do experimento tenha sido relativamente baixo e ter havido uma depressão deste teor após os cultivos das plantas, conforme mostra a figura 1. Esperava-se que pelo menos para o milho e o arroz que são mais exigentes em fósforo do que o algodão (Malavolta et alii, 1974) deveria haver alguma resposta das adubações estudadas. A baixa produtividade destas culturas atribuída ao ataque da praga da espiga, Helicoverpa zea, no milho e a variedade de arroz não adaptada à região, poderá ter interferido nestes resultados.

Considerando-se que os dados de correlação entre o fósforo extraído e o fósforo aplicado ficaram bem ajustados às equações lineares, figura 1, pode-se ter uma idéia através das posições das retas, do comportamento do fósforo no solo depois dos três ciclos de cultura. Entre os solos, observa-se que, tanto para o extrator de Mehlich como para o de Bray 1, o incremento de fósforo no solo devido aos níveis aplicados, foi muito maior para o oxisol do que para o vertisol. Este fato se deve a diferença existente da capacidade de adsorção máxima de fósforo entre os dois solos, quadro 1, tendo em vista que os solos de alta capacidade de adsorção, como o vertisol, requerem uma adição maior de fosfato para aumentar o teor de fósforo disponível do que os solos de baixa capacidade de adsorção, conforme se constata no trabalho de Calvacanti (1974).

Em relação aos extratores, enquanto para o oxisol, o Bray 1 extraiu mais fósforo do que o de Mehlich, o inverso aconteceu para o vertisol. Isto pode estar relacionado com a natureza química dos extratores e as características dos solos. Segundo Balerdi et alii (1968) nos solos alcalinos, os extratores mais ácidos removem mais fósforo do que os extratores menos ácidos, devido a forma predomi-

nante de fósforo nestes solos ser a de P-Ca, cuja solubilidade aumenta quando o pH diminui, acontecendo o contrário nos solos ácidos onde as formas de P-Al e P-Fe são as dominantes e se tornam mais solúveis quando o pH do meio aumenta. Braga e Defêlipo (1972) encontraram que a calagem nos solos provocou um aumento no teor de fósforo pelo método de Mehlich e uma diminuição deste teor pelo método de Bray 1.

As percentagens de recuperação do total de fósforo aplicado pelas extrações químicas do solo pelos métodos de Mehlich e Bray 1 após o último ciclo de cultura estão apresentadas no quadro 3. A recuperação no oxisol foi superior a do vertisol por ambos extratores, o que sem dúvida se deveu a diferença da capacidade de adsorção entre estes dois solos, conforme foi discutido anteriormente para os dados de incremento de fósforo no solo, apresentados na figura 1.

Em relação à época das aplicações dos níveis de fósforo, observa-se que, de um modo geral, a recuperação foi maior para as aplicações mais recentes do que nas mais antigas durante os ciclos de cultura nos sistemas de rotação, principalmente para os extratores que nos solos obtiveram um maior coeficiente de correlação com o fósforo aplicado, figura 1, como o de Mehlich no oxisol e o de Bray 1 no vertisol. Resultados semelhantes podem ser observados no trabalho de Fole & Grimm (1973).

Quanto aos níveis de fósforo aplicados, nota-se que no oxisol houve uma recuperação maior dos níveis superiores do que nos inferiores, enquanto que no vertisol não se constatou esta diferença. Talvez isto seja devido ao fato de que a maior quantidade de fósforo aplicado, 540 kg/ha de P_2O_5 , ainda ficou muito aquém de saturar a capacidade máxima de adsorção do vertisol, 2.196 kg/ha de P_2O_5 , e conforme relata Fole & Grimm (1973), quando a taxa de fósforo aplicada é pequena em relação a capacidade máxima de adsorção, o fósforo se torna mais fortemente retido pelos constituintes do solo do que

quando a taxa de aplicação é grande.

LITERATURA CITADA

- BALERDI, F.; MULLER, L. & FASSBENDER, H.W. - Estudio del fosforo en suelos de America Central. III. Comparación de cinco métodos químicos de análisis de fósforo disponible. Turrialba, 18:348-60. 1968.
- BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. - Relações entre formas de fósforo inorgânico, fósforo disponível e material vegetal em solos sob vegetação de Cerrado. Rev. Ceres, 19:124-36. 1972.
- BUREAU OF RECLAMATION, Washington. - Reconhecimento dos recursos hidráulicos e de solos da bacia do Rio São Francisco. s.l., 1970. v. 2. 168 p.
- CAVALCANTI, F.J. de A. - Alguns aspectos da fixação do fósforo por solos da região de Piracicaba. Piracicaba, 1974, 62 p. (Tese de M.S.).
- FASSBENDER, H.W. - La adsorción de fosfatos en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la isoterma de Langmuir. Fitotecnia Latino Americana, 3:203-16. 1966.
- FOLE, D.A. & GRIMM, S.S. - Avaliação do efeito residual do fósforo por meio de métodos de extração e modelos matemáticos no oxisoló Passo Fundo. Agron. Sulriog., 9:205-21. 1973.
- LEAMER, R.W. - Residual effects of phosphorus fertilizer in an irrigated rotation in the Southwest. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27:65-8. 1963.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRº, M.O.C. - Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974, 752 p. ilustr.
- MATOCHA, J.E.; CONRAD, B.E.; REYES, L. & THOMAS, G.W. - Residual value of phosphorus fertilizer on a calcareous soil. Agron. J., 62: 572-4. 1970.
- OLSEN, S.R. & DEAN, L.A. - Phosphorus. In: BLACK, C.A., ed. Methods

of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965.
p. 1035-49.

OLSEN, S.R.; WATANABE, F. S. COSPER, H.R.; LARSON, W.E. & NELSON,
L.B. - Residual phosphorus availability in long-time rotations
on calcareous soil. Soil Sci., 78:141-51. 1954.

READ, D.W.L.; SPRATT, E.D.; BAILEY, L.D. & WARDER, F.G. - Residual
effects of phosphorus fertilizer. I. For wheat grown on four
chernozenic soil types in Saskatchewan and Manitoba. Can. J.
Soil; 57:255-62. 1977.

SIQUEIRA, F.B. - Fertilidade dos solos do projeto bebedouro. Brasília,
CODEVASF, 1976, 14 p.

YOUNG, R.A.; ZUBRISKI, J.C. & NORUM, E.B. - Influence of long-time
fertility management practices on chemical and physical properties
of a Fargo clay. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 24:124-8. 1960.

Quadro 2. Média de produção das culturas: milho (grão), arroz (grão) e algodão (caroço) no sistema de rotação para o oxisol e vertisol.

Tratamento ^{1/} (kg/ha P ₂ O ₅)	Ciclos de cultura no Oxisol			Ciclo de cultura no Vertisol		
	1º algodão	2º milho	3º algodão	1º algodão	2º arroz	3º algodão
	t/ha					
0	3,59	3,10	-	3,87	2,66	2,46
60 (a)	3,17	3,83	-	4,05	2,82	2,31
60 (b)	4,31	4,17	-	4,12	3,14	2,42
60 (c)	4,49	4,78	-	4,28	3,08	2,46
120 (a)	3,71	3,52	-	4,02	2,99	2,09
120 (b)	4,45	4,35	-	4,05	3,15	2,16
120 (c)	4,21	4,08	-	3,98	3,22	2,03
180 (a)	4,51	4,64	-	4,46	3,17	1,93
180 (b)	4,40	4,54	-	4,38	2,75	2,11
180 (c)	3,22	3,22	-	4,18	3,08	2,54
Valor de F para tratamento	2,09 ^{ns}	1,07 ^{ns}	-	1,65 ^{ns}	0,50 ^{ns}	1,00 ^{ns}
DMS _{5%}	1,78	2,76	-	0,69	1,31	1,02
CV (%)	18,3	28,2	-	6,9	18,0	18,8

n.s. - não significativo a 5%.

^{1/} - As letras (a), (b) e (c) representam as épocas de aplicação dos níveis de fósforo: (a), indica uma aplicação para cada ciclo de cultura; (b), uma aplicação para cada dois ciclos de cultura; e (c), uma única aplicação para os três ciclos de cultura.

Quadro 3. Recuperação do fósforo no final do experimento pelos extractores químicos de Mehlich e Bray 1 dos níveis de fósforo aplicados em diferentes épocas nos sistemas de rotação de cultura.

Tratamentos ^{1/} (kg/ha P ₂ O ₅)	OXISOL		VERTISOL	
	Mehlich	Bray 1	Mehlich	Bray 1
	(%)			
0	-	-	-	-
60 (a)	5,6	5,6	3,2	1,0
60 (b)	3,2	3,4	3,9	1,0
60 (c)	1,9	1,7	5,2	0,8
120 (a)	6,2	5,4	2,9	0,9
120 (b)	6,1	6,4	0,4	0,9
120 (c)	4,5	4,5	0,1	0,7
180 (a)	6,3	6,1	3,6	1,0
180 (b)	6,6	6,8	1,6	0,9
180 (c)	4,7	3,2	2,6	0,8

^{1/} As letras (a), (b) e (c), representam as épocas de aplicação dos referidos níveis de fósforo: (a), indica uma aplicação para cada ciclo de cultura; (b), uma aplicação para cada dois ciclos de cultura; e (c), uma única aplicação para os três ciclos de cultura.

Quadro 1. Algumas características químicas e a capacidade máxima de adsorção de fósforo nos solos estudados:

pH (1:1)	Eq. mg/100 g						M.O. Adsorção máxima			
	Al ⁺³	H ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	S	T	(%) (mg de P/g de solo)	
OXISOL 5,8	0,15	0,34	1,10	0,30	0,28	0,03	1,71	2,20	0,40	0,410
VERTISOL 7,6	0,00	0,00	27,10	9,50	0,52	0,08	37,20	37,20	1,03	0,959

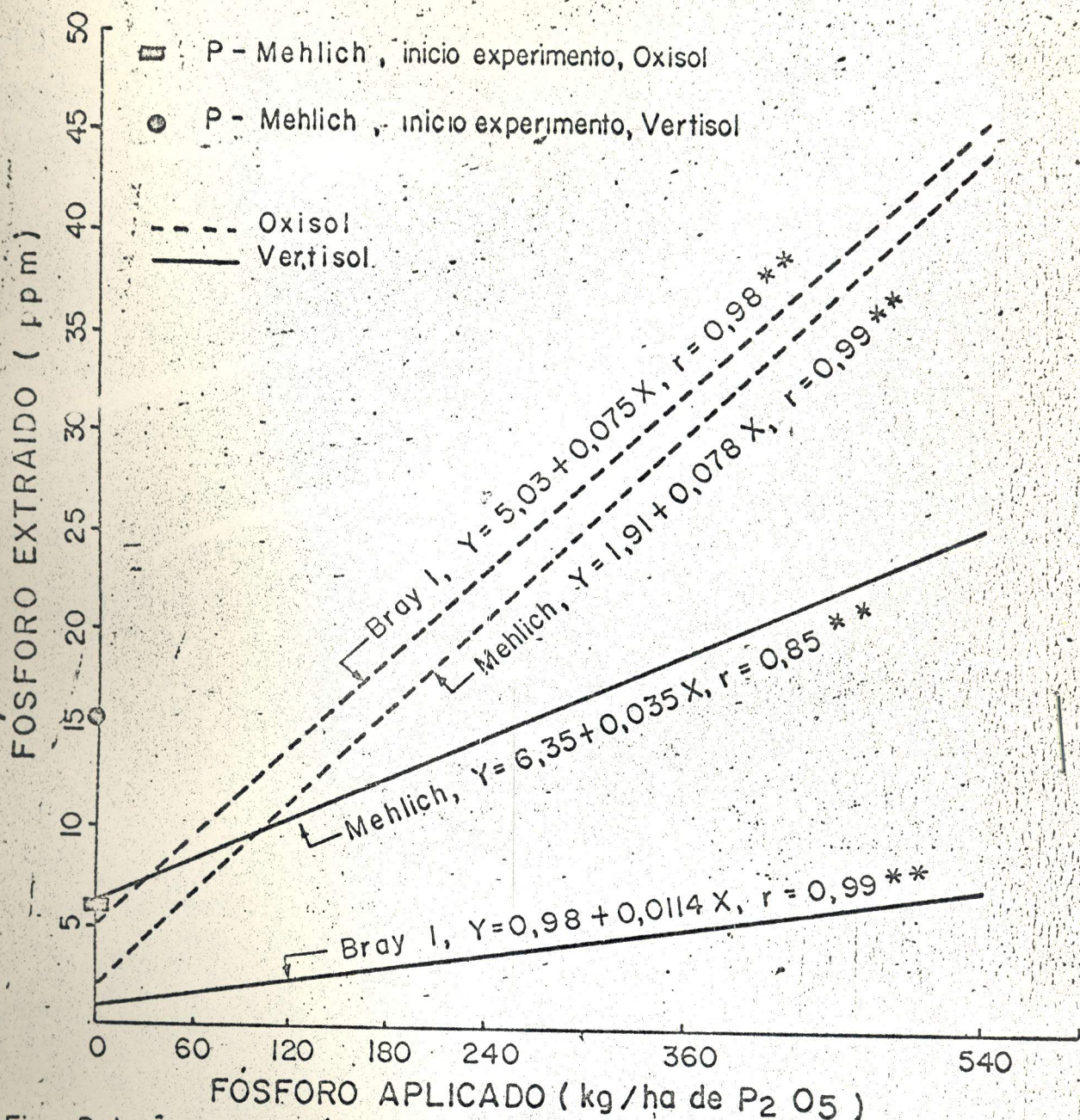


Fig. Relação entre o fósforo extraído do solo no final do experimento e o total de fósforo aplicado até o último ciclo de cultura.