

EFEITO DO PERÍODO DE INCUBAÇÃO DE FOSFATOS NATURAIS NO SOLO SOBRE A DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO PARA AS PLANTAS^{1/}

Braz Vitor Defelipo^{2/}

Jonas de Souza^{3/}

José Mário Braga^{2/}

Victor Hugo Alvares Venegas^{2/}

1. INTRODUÇÃO

O fósforo é um dos nutrientes mais limitantes da produtividade na grande maioria dos solos tropicais. Diante dos altos valores de capacidade de adsorção de fósforo desses solos, o uso desse nutriente merece muito cuidado, para melhor eficiência.

A disponibilidade de grandes reservas de fontes de fósforo no Brasil, bem como a demanda e o alto custo dos fosfatos acidificados, justifica estudos pormenorizados da possibilidade de aumentar a eficiência dos «fosfatos naturais», como fonte direta de nutrição vegetal.

Muito embora os fosfatos naturais tenham teores de fósforo solúveis em água muito baixos, o fósforo que eles contêm podem ser utilizados pelos vegetais, depois de interagirem com a acidez da solução do solo, com microrganismos e com raízes (9).

Muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos para aumentar a eficiência no uso de fosfatos naturais. Geralmente, esses trabalhos demonstram que a aplicação dos fosfatos naturais em solos ácidos, antes do plantio, aumenta a produção de matéria seca e o teor de fósforo absorvido pelo vegetal (4, 5, 10).

^{1/} Parte do trabalho do 2.º autor, como tese de M.S. apresentada à U.F.V.

Recebido para publicação em 27-08-1981.

^{2/} Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Técnico da EMATER-BA 40000 Salvador-BA.

Os resultados têm demonstrado que a melhoria da eficiência dos fosfatos em solos ácidos não é devida somente ao efeito direto do pH, mas também ao fato de que, em solos ácidos, além de se ter muito alumínio, tem-se pouco cálcio e pouco fosfato (8). Alguns trabalhos, entretanto, demonstram que a solubilização dos fosfatos naturais em solos ácidos não é uniforme. Foi verificado que o fosfato de Alvorada teve maior solubilidade em solos menos ácidos, ao passo que o fosfato de Araxá e o de Olinda apresentaram resultado diferente.

A aplicação do fosfato natural antes do plantio visa a possibilitar maior tempo de incubação do solo com o fosfato natural. Esse efeito na eficiência do fosfato natural pode também ser verificado com cultivos sucessivos.

A comparação dos efeitos do fosfato natural e das fontes que contêm fósforo solúvel em água em cultivos sucessivos tem demonstrado que no primeiro e no segundo ano de cultivo os efeitos dos fosfatos solúveis são maiores, tendendo, porém, a igualar-se aos demais nos cultivos subsequentes (3, 5).

Com referência ao tempo de contato entre o solo e o fosfato natural, os trabalhos não são coerentes. Enquanto Yost *et alii*, citados por NOVAIS *et alii* (6), verificaram efeitos positivos na eficiência de fosfatos naturais (fosfato de Araxá), quando incubados com o solo, os últimos autores encontraram resultados diferentes.

O objetivo deste trabalho foi medir o efeito da incubação do fosfato com o solo na disponibilidade de fósforo dos fosfatos naturais de Patos, Araxá, Catalão e Tapira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dois solos, um Latossolo Vermelho-Escuro, da região do Triângulo Mineiro, sob vegetação de cerrado, e um Cambissolo Eutrófico Latossólico, fase caatinga, da região de Irecê, BA (Quadro 1).

No primeiro solo, a acidez foi corrigida com $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Mg}(\text{OH})_2$, na relação 4:1 (Ca/Mg), na quantidade de 3 t/ha (2). O estudo, conduzido em casa de vegetação, constou de 5 fosfatos, em 4 níveis e 3 épocas de plantio: zero, 45 e 90 dias, após a mistura do solo com o fosfato. Além disso, acrescentaram-se dois tratamentos, um sem adubação (testemunha absoluta) e outro com adubação sem fósforo (testemunha relativa).

As fontes de fósforo foram o fosfato de Araxá (27% P_2O_5), o fosfato de Patos (31% P_2O_5), o fosfato de Catalão (38% P_2O_5), o fosfato de Tapira (35% P_2O_5) e o superfosfato triplo (46% P_2O_5). As doses de fósforo foram: 0 - 25 - 50 - 75 e 100% da capacidade máxima de adsorção de fosfato (7). O solo e as respectivas doses de fosfato foram incubados em sacos plásticos, permanecendo abertos durante o período de incubação, com a umidade do solo mantida em 50% da capacidade de campo, aproximadamente. À exceção da testemunha absoluta, os demais tratamentos foram adubados com todos os nutrientes, menos o fósforo.

A parcela experimental foi o vaso com 2 kg de solo e a planta indicadora o *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Após 40 dias de plantio, fez-se o corte da parte aérea do vegetal, rente ao solo. O material colhido foi secado em estufa, pesado, moído e submetido à determinação de P, após mineralização, via úmida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da produção de matéria seca (Quadros 2 e 3) e dos teores de fósforo absorvido e acumulado na parte aérea evidenciaram tratar-se de dois solos de fertilidade natural diferente, o que já havia sido detectado pela análise de solo (Quadro 1). Os valores de produção foram diferentes nas épocas de plantio, resultados já esperados, uma vez que os plantios foram feitos em julho, setembro e novembro.

QUADRO 1 - Características químicas e físicas dos solos utilizados (média de 3 repetições)^{1/}

Características	Locais	
	Irecê-BA	Ituiutaba-MG
H ₂ O (1:2,5)	7,5	5,0
KCl (1:2,5)	6,8	4,1
P (ppm)	8,0	1,0
K (ppm)	208	25
Al (eq.mg/100 cc)	0,0	0,7
Ca + Mg (eq.mg/100 cc)	28,6	0,5
C.O. (%)	2,2	0,5
b (mg P/g solo) ^{2/}	0,452	0,341
Areia grossa (%)	10	34
Areia fina (%)	31	48
Silte (%)	38	3
Argila (%)	21	15
Umidade equivalente % em peso	18	9
Classificação textural	Franco	Franco-arenoso

^{1/} Análises efetuadas no Laboratório de Análise de Solo do Departamento de Solos/U.F.V.

^{2/} b = capacidade máxima de adsorção de fosfatos (Langmuir).

As produções dos tratamentos da testemunha absoluta (TA) e da testemunha relativa (TR), em cada época de plantio, não foram estatisticamente diferentes, evidenciando a carência de fósforo dos solos estudados. Essa evidência foi confirmada pelo teste do contraste entre TA + TR e fosfatos, que foi significativo. A significância desse contraste no solo de Irecê foi devida unicamente ao superfosfato triplo. Nesse solo, os fosfatos naturais não foram eficientes no fornecimento de fósforo ao sorgo, nem com período de incubação de 90 dias.

Esses resultados são coerentes com alguns encontrados na literatura, principalmente por tratar-se de solo com elevado pH, elevados teores de cálcio e de fósforo e ausência de alumínio trocável (5, 8).

No solo de Ituiutaba, o comportamento dos fosfatos naturais foi um pouco diferente. Quando o plantio foi feito logo após a mistura do fosfato com o solo, a eficiência dos fosfatos naturais em fornecer fósforo ao vegetal foi nula. Com a calagem, talvez fossem eliminados os fatores que favorecem a solubilização dos fosfatos naturais: acidez e baixo teor de Ca⁺⁺ (8). Para os fosfatos de Catalão e de Tapira, os resultados foram os mesmos nas outras duas épocas de plantio, demonstrando a ineficiência do maior tempo de incubação do fosfato e do solo na liberação desses fosfatos naturais. Entretanto, nas outras duas épocas de plantio (45 e 90 dias após a mistura do solo com o fosfato) o efeito dos fosfatos de Patos e de Araxá no aumento de produção de matéria seca de sorgo foi positivo.

QUADRO 2 - Produção de matéria seca total (g/vaso), no solo de Ituiutaba, em relação às fontes e às doses de fósforo, nos três períodos de incubação (média de 3 repetições)

Fosfatos	Doses (% da b)	Período de incubação (dias)		
		0	45	90
Test. Absoluta	-	1,825	2,500	3,950
Test. Relativa	-	2,200	3,775	5,475
Fosfato de Araxá	25	2,350	4,900	9,150
	50	2,700	5,600	11,475
	75	2,900	6,500	15,150
	100	3,150	8,600	13,125
Fosfato de Catalão	25	2,125	3,900	5,775
	50	2,075	3,775	7,275
	75	2,125	3,900	6,400
	100	2,025	4,400	7,750
Fosfato de Patos	25	2,325	4,275	8,775
	50	2,350	5,200	10,125
	75	2,225	5,825	11,850
	100	2,900	7,025	11,025
Fosfato de Tapira	25	2,250	3,875	5,300
	50	2,175	4,150	5,475
	75	2,025	3,900	6,200
	100	2,425	3,950	6,475
Superfosfato Triplo	25	17,425	25,000	31,250
	50	19,180	26,900	32,800
	75	17,225	27,150	34,275
	100	18,000	25,300	33,375

Apesar de não ter sido evitado o efeito da temperatura, em consequência da época de plantio, sobre as fontes de fósforo (1), ficou evidenciado que, nesse solo, com um período de 45 ou 90 dias de incubação, o fosfato de Araxá e o de Patos liberaram fósforo para o vegetal (Quadro 2). O efeito das doses de fosfato de Patos sobre a produção de matéria seca foi linear nos dois períodos de incubação; para o fosfato de Araxá, foi linear no período de 45 dias e cúbico no período de 90 dias. Observa-se que as produções de matéria seca dos tratamentos TR dos dois fosfatos, nos dois períodos e no nível 1 (25% da capacidade de adsorção), foram pouco diferentes. Nos níveis mais altos, essa produção foi mais elevada, evidenciando que o período de incubação favorece a liberação do fósforo desses fosfatos naturais nas doses mais elevadas.

O efeito dos fosfatos, dos níveis e dos períodos de incubação sobre o fósforo absorvido e acumulado na parte aérea foi idêntico ao efeito desses parâmetros sobre a matéria seca.

4. RESUMO

Com o objetivo de verificar a eficiência dos fosfatos de Patos, Araxá, Catalão e

QUADRO 3 - Produção de matéria seca total (g/vaso), no solo de Irecê, em relação às fontes e às doses de fósforo, nos três períodos de incubação (média de 3 repetições)

Fosfatos	Doses (% da bP)	Períodos de incubação (dias)		
		0	45	90
Test. Absoluta	-	2,800	4,200	5,675
Test. Relativa	-	3,325	4,650	6,800
Fosfato de Araxá	25	2,750	5,275	7,650
	50	2,800	6,000	7,200
	75	2,950	5,400	6,050
	100	2,650	4,700	6,625
Fosfato de Catalão	25	2,825	4,350	6,725
	50	2,800	4,550	7,025
	75	2,600	4,525	6,825
	100	2,900	4,450	6,025
Fosfato de Patos	25	2,475	4,125	6,525
	50	2,175	4,850	6,400
	75	3,175	5,250	7,275
	100	3,000	5,325	6,750
Fosfato de Tapira	25	2,600	4,600	6,325
	50	2,925	4,400	5,900
	75	2,625	4,850	5,975
	100	2,950	4,650	6,375
Superfosfato Triplo	25	15,600	24,600	31,650
	50	16,350	28,975	34,600
	75	16,275	28,750	35,275
	100	17,650	27,075	36,100

Tapira e do superfosfato triplo, como fontes de fósforo, em 4 níveis, bem como medir o efeito do tempo, em três períodos de incubação do fosfato com o solo, instalou-se um ensaio, em casa de vegetação, com dois solos, um de Irecê, BA (Cambissolo Latossólico Eutrófico) e outro de Ituiutaba, MG (Latossolo Vermelho-Escuro), tendo como planta indicadora o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), variedade 'DK-E 57'.

A colheita foi efetuada 40 dias após o plantio. Obtiveram-se o peso da parte aérea seca e o teor de fósforo acumulado.

No solo com maior valor de pH, cálcio e fósforo e baixo valor de alumínio trocável, os fosfatos não foram eficientes no fornecimento de P para o sorgo, mesmo misturados com o solo 45 ou 90 dias antes do plantio.

Os fosfatos de Tapira e de Catalão não aumentaram o fornecimento de fósforo para o sorgo em nenhum dos solos estudados.

No solo menos fértil, o maior período de incubação evidenciou melhorar a eficiência dos fosfatos de Araxá e Patos, como fontes de fósforo para o vegetal.

5. SUMMARY

The objective of this study was to determine the efficiency of four rock

phosphates — Patos, Araxá, Catalão e Tapira — as compared to concentrated superphosphate as sources of phosphorus to plants. Four levels of P and three incubation periods were employed. The experiments were carried out under greenhouse conditions using a soil from Irecê, Bahia (an Eutrophic Latosolic Cambisol) and one from Ituiutaba, Minas Gerais (a Dark Red Latosol). Sorghum, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, variety 'DK-E 57', was used as the test plant.

The harvest was made 45 days after planting. Shoot dry matter yields and absorbed P were obtained. For the soil (Irecê, BA) with higher levels of pH, Ca and P, and lower levels of exchangeable Al, the rock phosphates did not release P to the plants, even with the longer periods of incubation (45 and 90 days).

For the soil (Ituiutaba, MG) with the lower fertility states, a longer period of incubation resulted in better efficiency of «Araxá» and «Patos» rock phosphates as sources of P to the plants.

6. LITERATURA CITADA

1. BARROW, N.J. & SHAW, T.C. The slow reactions between soil and anions: I. Effects of time, temperature and water content of soil on the decrease in effectiveness of phosphate. *Soil Sci.* 119: (1) 167-177. 1975.
2. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais*. 3.^a aprox. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 79 p.
3. ESMINGER, L.E. & PEARSON, R.W. Residual effects of various phosphates as measured by yields, P³² uptake and extractable phosphorus. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21(1): 80-84. 1957.
4. FUZATO, M.C. & CAVALIERI, P.A. Correlação entre a resposta do algodoeiro à adubação fosfatada e a análise química do solo nas condições do Estado de São Paulo. *Bragantia* 25 407-420. 1966.
5. FERRAZ, C.A.M., FIZATO, M.G. & SILVA, N.M. Efeito da fosforita de Olinda e do superfosfato simples sobre a produção do algodoeiro em diferentes solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 28(1): 181-193. 1969.
6. NOVAIS, R.F., BRAGA, J.M. & MARTINS FILHO, C.A.S. Efeito do tempo de incubação do fosfato de Araxá em solos sobre o fósforo disponível. *Rev. Bras. Ci. Solo* 4(3): 153-155. 1980.
7. OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S. A method to determine a phosphorus adsorption maximum of soil as measured by the Langmuir Isotherm. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 21 (2): 144-149. 1957.
8. ROBCOE JR., E., QUADER, M.A. & TRUOG, E. Rock phosphate availability as influenced by soil pH. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19 (4):484-487. 1955.
9. SALINAS, J.G. & SANCHEZ, P.A. Conceitos atuais sobre as reações solo-planta em relação à tolerância à baixa disponibilidade de fósforo. *Ciência e Cultura* 28 (2): 156-68. 1976.
10. WUTKE, A.C.P., AMARAL, A.Z., VERDADE, F.C. & IGUE, K. Disponibilidade de fosfatos naturais em função do pH do solo. *Bragantia*. 21:(1) 271-284. 1962.