

EFEITO DA MATÉRIA ORGÂNICA NA SOLUBILIZAÇÃO DE FOSFATOS NO SOLO

NADIR ALMEIDA DA GLÓRIA,
DOMINGOS PELLEGRINO &
MARIA EMILIA MATTIAZZO (*)
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

1 — (Efeito da torta de mamona)

RESUMO

Neste trabalho são relatados os resultados dos estudos iniciais sobre o efeito da matéria orgânica proveniente da torta de mamona na solubilização de fosfatos no solo. Foram estudados os efeitos da incorporação desse material no pH do substrato, na disponibilidade de fosfato (extraído com solução de H_2SO_4 0,05N) e avaliados os efeitos na solubilização através do emprego do método de NEUBAUER modificado.

Dos resultados os autores concluíram que, nas condições experimentais, não houve efeito favorável da matéria orgânica proveniente da torta de mamona na solubilização dos fosfatos no solo.

INTRODUÇÃO

A importância do fósforo na nutrição vegetal e animal é fato plenamente reconhecido, o que torna dispensável maiores considerações a respeito. Deve ser ressaltado, entretanto, que o suprimento de fósforo para os vegetais e animais encontra-se, predominantemente no solo.

A quantidade total de fósforo no solo é bastante variável, sabendo-se que normalmente é menor do que a de potássio, cálcio e magnésio (BUCKMAN & BRADY, 1968). Porém a maior parte do fósforo do solo encontra-se numa condição não assimilável pela planta, princi-

(*) Bolsista do CNPq.

palmente em solos tropicais ricos em sesquióxidos de ferro e alumínio (CATANI & BATAGLIA, 1968), o que vem acarretar a necessidade da adição de fertilizantes fosfatados solúveis aos solos que por sua vez tendem a unir-se aos íons férrico e alumínio, tornando-se fixados e não imediatamente assimiláveis pelas plantas (CATANI 1947; CATANI & PELLEGRINO, 1960; CATANI & GLÓRIA, 1964).

A influência da matéria orgânica do solo (natural ou incorporada) sobre a solubilização dos fosfatos já foi comentada por diversos autores (PIERRE & NORMAN, 1953; BEAR, 1964; MALAVOLTA, 1967; BUCKMAN & BRADY, 1968) que relatavam que esse efeito se fazia sentir através da formação de ácidos orgânicos capazes de solubilizar fosfatos e complexação de cátions metálicos por radicais orgânicos com conseqüente liberação do fosfato. Alguns autores entretanto (CARVALHO e outros, 1969), consideram a matéria orgânica como sendo primordialmente fonte de energia para o desenvolvimento dos microorganismos do solo, desse modo é evidente que a origem dessa matéria orgânica acarretará não só variações na sua capacidade energética como também modificações no próprio solo, daí, o interesse em se relacionar as fontes de matéria orgânica com sua capacidade em fornecer condições adequadas à solubilização dos fosfatos pelos microorganismos do solo.

Nesta primeira etapa de estudos procurou-se avaliar o efeito da matéria orgânica proveniente da torta de mamona na solubilização de fosfatos no solo, para isso foram montados experimentos similares aos preconizados por NEUBAUER & SCHNEIDER (1923) adotando-se as modificações propostas por CATANI & BERGAMIN (1961).

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Foi empregado um solo tipo Regossolo série Sertãozinho, cuja análise química revelou os seguintes valores:

<i>análise</i>	<i>valor obtido</i>
pH (suspensão 10 g solo/25 ml água)	
Carbono (g/100 g solo)	0,36
Cálcio + magnésio (e.mg/100 g solo)	0,65
Potássio (e.mg/100 g solo)	0,03
Hidrogênio trocável (e.mg/100 solo)	0,75
Fosfato (e.mg PO_4^{3-} /100 g solo)	0,11

Nesta análise cálcio e magnésio foram extraídos do solo com solução de KCL 1N, o fósforo e potássio com solução de H_2SO_4 0,05N.

De acordo com RANZANI e outros (1966), o solo empregado apresenta as características abaixo (citando apenas as de maior interesse para o estudo em apreço).

Profundidade cm	Horizonte	Relação C/N %	Óxido de ferro livre % Fe ₂ O ₃
0-25	Ap	8	2,8
25-75	C ₁	8	2,3
95-250	C ₂	4	2,1

A planta utilizada foi o arroz (*Oriza sativa*, L) variedade Dourado agulha sem tratamento algum.

Como fonte de fosfatos insolúveis e solúveis foram usados fosfatos de pureza analítica cuja análise para comprovação dos seus teores em P₂O₅ solúvel em água e total revelou os valores apresentados pelo quadro I.

Quadro I — Análise do fosfato utilizado

Fosfato	% P ₂ O ₅ total	% P ₂ O ₅ solúvel em água
Ca ₃ (PO ₄) ₂	42,0	0
Ca (H ₂ PO ₄) ₂	53,75	53,75

A areia empregada foi repetidamente lavada com solução de HCl (1 + 1), a seguir lavada em água corrente e água destilada até remoção total do excesso de HCl e a seguir incinerada à 1000°C durante 1 hora.

A torta de mamona utilizada é do tipo usualmente empregado em fertilização. Foi submetida a uma moagem em moinho Willey dotado de peneira 40, e a seguir analisado. Os resultados obtidos nessa análise são apresentados no quadro II.

Quadro II — Análise da torta de mamona empregada.

elemento	porcentagem
Nitrogênio (N)	5,56
Fósforo (P ₂ O ₅)	1,96
Carbono (C)	30,0

Método

Experimento A

O experimento constou de sete tratamentos com cinco repetições, cada um preparado da seguinte forma: em cristalizadores de 8

cm de diâmetro e 2 cm de altura, foram intimamente misturados 20 g de solo e 40 g de areia e dependendo do tratamento $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ e torta de mamona nas quantidades indicadas no quadro III.

Sobre o material assim preparado, foram colocadas 20 g de areia e sobre esta foram distribuídas uniformemente 25 sementes de arroz que foram cobertas com mais 10 g de areia. Cada cristalizador recebeu 16 g de água e seu peso total após essa adição foi anotado. O tratamento I (prova em branco) foi preparado plantando-se 25 sementes de arroz sobre 60 g de areia e cobrindo-as com mais 10 g de areia. Esse tratamento recebeu 12 g de água.

Durante o experimento (22 dias), diariamente, a água evaporada era restaurada, mediante pesagem dos cristalizadores e adição de água destilada, até obtenção do peso inicial.

Após o mencionado período, as plantas foram colhidas, bem como recolhidas as sementes não germinadas e as raízes destacadas. Todo o material foi lavado com água corrente, água destilada e posteriormente analisado conforme técnica já descrita por CATANI & GLÓRIA (1961).

Quadro III — Componentes da mistura utilizada nos cristalizadores para os diferentes tratamentos do experimento A.

Tratamento	Componentes						Água destilada
	Areia	Solo	Torta ⁽¹⁾	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ⁽²⁾		
	g	g	g	mg	mg	g	
I	60	—	—	—	—	12	
II	40	20	—	—	—	16	
III	40	20	1,1	—	—	16	
IV	40	20	1,1	12	—	16	
V	40	20	1,1	—	9	6	
VI	40	20	—	12	—	16	
VII	40	20	—	—	9	6	

(1) A quantidade de torta empregada foi para elevar a 2% o teor de carbono no solo.

(2) O $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ foi adicionado na forma de solução. Em cada cristalizador foram adicionados 10 ml de uma solução que continha 9 mg do sal no referido volume.

O material fosfático foi adicionado de modo a que o solo tivesse o seu teor de fósforo elevado à 0,37 e.mg $\text{PO}_4^{3-}/100$ g solo (supondo aproveitamento de apenas 25% do fósforo adicionado).

Experimento B

Nesse experimento procurou-se avaliar a variação no pH e na dis-

ponibilidade de fósforo do solo, mediante análise química do substrato utilizado em cada tratamento. Para isso, foi feito o seguinte: em recipientes de plástico, foram colocadas as quantidades de areia, solo, torta, fertilizantes fosfatados e água descritos pelo quadro IV. Tais quantidades correspondem a quatro vezes as quantidades de cada componente colocados nos diferentes tratamentos do experimento A.

O experimento teve a duração de 23 dias sendo que nesse intervalo de tempo, periodicamente eram retiradas amostras das misturas de cada recipiente. Nessas amostras, após secas em estufas à 70-80°C, foram feitas as determinações de pH e de fosfato extraído com solução de H₂SO₄ 0,05N (conforme CATANI & outros, 1955). Deve ser salientado que durante esse experimento, diariamente era feita a adição da água evaporada de forma similar àquela descrita no experimento A.

Quadro IV — Componentes da mistura utilizada para os diferentes tratamentos do Experimento B.

Tratamentos	Componentes *					
	Areia g	Solo g	Torta g	Ca ₃ (PO ₄) ₂ mg	Ca(H ₂ PO ₄) ₂ mg	Água g
I	240	—	—	—	—	48
II	160	80	—	—	—	64
III	160	80	4,4	—	—	64
IV	160	80	4,4	48	—	64
V	160	80	4,4	—	36	64
VI	160	80	—	48	—	64
VII	160	80	—	—	36	64

* Os componentes foram intimamente misturados antes da adição de água.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Experimento A

Os dados obtidos na análise do material vegetal procedente dos diversos tratamentos acham-se no quadro V.

Conforme recomenda GOMES (1960), fez-se a análise estatística considerando-se experimento do tipo inteiramente casualizado, uma vez que a posição dos cristalizadores foi modificada muitas vezes durante o transcorrer do experimento.

A análise de variância forneceu o seguinte:

Causas da variação	g.l.	S.Q.	Q.M.	F.
Tratamentos	6	6,773	1,129	41,14 **
Resíduo	28	0,766	0,027	
Total	34	7,539		

Quadro V — Resultados obtidos na análise do P_2O_5 do material vegetal procedente dos sete tratamentos (cinco repetições)

Tratamentos	miligramas de P_2O_5					Média
I	4,73	5,13	5,13	4,43	4,78	4,84
II	4,63	5,48	5,28	5,03	5,13	5,11
III	6,28	6,73	6,53	5,53	5,18	5,85
IV	6,18	6,58	6,08	6,28	6,18	6,26
V	7,58	7,18	8,73	7,58	7,33	7,68
VI	7,43	7,58	6,83	7,23	7,03	7,22
VII	9,08	9,93	7,48	8,53	9,18	8,84

Pela aplicação do teste F verifica-se que os resultados são significativos ao nível de 1% de probabilidade, isto é, existe 99% de probabilidade de existir alguma diferença entre os tratamentos.

Para se fazer a comparação entre as médias aplicou-se o teste de Tukey conforme recomendam GOMES (1960) e STEEL & TORRIE (1960). A diferença mínima significativa (delta) do referido teste ao nível de 5% de probabilidade, foi de 0,330.

Isso significa que toda vez que a diferença entre as médias de dois tratamentos for superior a 0,330 mg de P_2O_5 estes tratamentos diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Experimento B

Os resultados das determinações do pH do substrato e do fosfato extraído com solução de H_2SO_4 0,05N, realizados no decorrer desse experimento acham-se nos quadros VI e VII.

Quadro VI — Determinação do pH do substrato durante o experimento B.

Intervalo de Tempo (dias)	Tratamento						
	I pH	II pH	III pH	IV pH	V pH	VI pH	VII pH
0 (*)	6,7	5,6	6,0	6,0	5,9	5,4	4,8
3	6,6	5,7	6,8	6,8	6,7	5,7	5,1
7	6,8	5,9	7,0	7,1	7,0	5,9	5,6
11	6,7	5,6	7,1	7,1	7,2	5,7	5,5
15	6,7	5,9	6,8	6,8	6,9	6,0	5,4
20	6,7	5,9	7,0	7,1	6,9	6,1	5,5
23	6,7	5,8	7,0	7,2	7,0	5,8	5,6
27	6,7	5,7	7,2	7,2	7,2	5,8	5,2

(*) Determinação realizada no dia do início do experimento.

Quadro VII — Fosfato extraído em solução H_2SO_4 0,05N, determinado durante o transcorrer do experimento B.

Intervalo de Tempo (dias)	Tratamento						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
	— e.mg PO_4^{3-} / 100 g substrato —						
0 (*)	0,01	0,04	0,12	0,40	0,25	0,25	0,27
3	0,01	0,03	0,08	0,27	0,33	0,15	0,25
7	0,01	0,03	0,10	0,30	0,38	0,16	0,20
11	0,01	0,03	0,09	0,35	0,40	0,31	0,26
15	0,01	0,03	0,16	0,39	0,23	0,31	0,23
20	0,01	0,04	0,17	0,38	0,26	0,25	0,29
23	0,01	0,04	0,13	0,40	0,32	0,27	0,26
27	0,01	0,04	0,20	0,49	0,33	0,31	0,23

(*) Determinação realizada no dia do início do experimento.

Pela análise dos dados obtidos pode-se observar que:

- no experimento A, o tratamento que apresentou maior absorção de fosfato foi o VII. Esse tratamento recebeu fosfato solúvel e o pH do substrato, de acordo com os valores do quadro VI, foram os mais baixos de todos. Dessa maneira, era o tratamento que de fato apresentava as melhores condições de disponibilidade de fosfato para as plantas.
- o tratamento V, do experimento A, foi o que apresentou a segunda maior absorção de fosfato. Conforme se pode observar era o tratamento com fosfato solúvel e torta. A provável diminuição do teor de fosfato disponível para a planta, em relação ao tratamento VII, deve ter sido devida à elevação do pH do substrato que este tratamento apresentou. Entretanto, esse tratamento apresentou maior teor de fosfato extraído com solução de H_2SO_4 0,05N, que o tratamento VII, o que vem apoiar a hipótese de que a menor absorção de fosfato se deu devido à elevação do pH do substrato.
- o maior interesse da primeira etapa destes estudos está na comparação dos tratamentos IV e VI porquanto são os tratamentos com fosfato insolúvel. A média de absorção de fosfato do tratamento VI (sem torta) é muito superior à do tratamento IV. Essa diferença pode ser explicada à elevação sensível do pH no tratamento IV, enquanto que no tratamento VI o pH manteve-se mais baixo.
- deve-se ressaltar o aumento no pH em todos os tratamentos que receberam torta de mamona, o que concorda com o obtido por EIRA & CARVALHO (1970).

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, nas condições experimentais, revelam que não houve efeito favorável da matéria orgânica proveniente da torta de mamona, na solubilização de fosfatos no solo.

SUMMARY

In this paper, the effect of organic matter from castorbean meal on phosphate solubilization in the soil is related. The effects of the incorporation of that material on the pH of the substract, on the phosphate availability (extract with H_2SO_4 0,05N solution) and on the solubilization were estimated through the use of modified NEUBAUER method.

The authors have concluded that, at experimental conditions, there was no favorable effect from the organic matter of the castorbean meal on phosphate solubilization in the soil.

BIBLIOGRAFIA

- BEAR, F. E., 1964 — Chemistry of the soil, 2nd ed. Reinhold Publishing Co., New York, 515 pp.
- BUCKMAN, H. O. & N. C. BRADY, 1968 — Natureza e propriedade dos solos. 2^a ed. (em Português), Livraria Freitas Bastos S/A., São Paulo, 594 pp.
- CARVALHO, P. C. T. DE, A. F. DA EIRA & D. PELLEGRINO, 1969 — Solubilização quantitativa de fosfatos insolúveis por algumas espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 26:173-185.
- CATANI, R. A., 1947 — Contribuição ao estudo dos fosfatos, sua dosagem, extração e distribuição nos solos do Estado de São Paulo, tese de Doutorado. E. S. A. "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba, São Paulo, 65 pp. (mimeografada).
- CATANI, R. A., J. R. GALLO & H. GARGANTINI, 1955 — Amostragem do solo, métodos de análise, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Boletim n° 69 do Instituto Agrônomo de Campinas, S. P., 28 pp.
- CATANI, R. A. & D. PELLEGRINO, 1960 — Avaliação da capacidade de fixação de fósforo pelo solo. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 17:20-27.

- CATANI, R. A. & H. BERGAMIN FILHO, 1961 — Sobre uma modificação no método de NEUBAUER. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 18:287-300.
- CATANI, R. A. & N. A. DA GLÓRIA, 1961 — A disponibilidade de fósforo de diversos fosfatos estudada por meio do método da NEUBAUER. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 18:193-204.
- CATANI, R. A. & N. A. DA GLÓRIA, 1964 — Evaluation of the capacity of phosphorus fixation by the soil through the isotopic exchange using P^{32} . *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 21:230-237.
- CATANI, R. A. & O. C. BATAGLIA, 1968 — Formas de ocorrência do fósforo no solo latossólico roxo. *Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz"* 25:99-119.
- EIRA, A. F. DA & P. C. T. DE CARVALHO, 1970 — A decomposição da matéria orgânica pelos microorganismos do solo e sua influência nas variações do pH. *Rev. de Agric.* 45:15-21.
- GOMES, F. P., 1960 — Curso de Estatística Experimental, Editora Gráfica Supertipo Ltda., São Paulo, 229 pp.
- MALAVOLTA, E. 1967 — Manual de Química Agrícola: Adubos e Adubação, 2ª ed. Biblioteca Agronômica CERES, São Paulo, 606 pp.
- NEUBAUER, H. & W. SCHNEIDER, 1923 — Die Nährstoffaufnahme der keimpflanzen und ihre Anwendung auf die Bestimmung des Nährstoffgehalts der Boden. *Zeitsch. f. Pflanzenernahrung und Dúngung* 2A: 329-362.
- PIERRE, W. H. & A. G. NORMAN (ed.), 1953 — Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Academic Press Inc., Publishers, New York, 492 pp.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 — Carta de Solos do Município de Piracicaba. Centro de Estudos de Solos. E. S. A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, São Paulo, 61 pp. (mimeografado).
- STEEL, R. D. & J. H. TORRIE, 1960 — Principles and Procedures of statistics, McGraw Hill Book Co. New York, 491 pp.