

**UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A FIXAÇÃO DE FOSFATO
POR SOLOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA**

M.D. Thomazi¹
F.A.F. Mello²
S. Arzolla²

A fixação do fósforo pelo solo é um fenômeno de elevado significado agrícola. Pesquisadores ligados à adubação de culturas, à fertilidade do solo e os químicos do solo têm dado muito valor a ela. Como prova da importância da retenção do fosfato pelo solo dois fatos podem ser citados:

a. A grande quantidade de adubos fosfatados utilizada, igualando-se e, às vezes, até ultrapassando as quantidades de adubos nitrogenados e potássicos, embora se saiba que o total de fósforo necessário à vida normal das plantas seja várias vezes menor que o total de nitrogênio ou de potássio.

b. O número elevado de trabalhos publicados a respeito do assunto.

Vários autores têm apresentado importantes revisões bibliográficas relativas ao fato (CATANI, 1947; DEAN, 1949; KURTZ, 1953; OLSEN, 1953; HEMMWAL, 1957;). Com relação aos solos do município de Piracicaba, não existe um trabalho sistemático, continuado, referente à fixação de fósforo. O que existem são trabalhos isolados feitos por vários pesquisadores em épocas diferentes. Serão vistos a seguir.

Alguns autores apenas constataram o fenômeno, sem fazerem qualquer menção das suas causas.

MELLO (1970) apresentou um método para avaliação da fixação de P por solos de Piracicaba, baseado no princípio do valor "A" de FRIED & DEAN (1952). Para isso uti-

¹ UNICAMP - Campinas - SP.

² Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba.

lizou 9 amostras de terras diferentes e constatou que as quantidades sorvidas variavam de 0,06 mg P/100 g de terra a 1,91 mg P/100 g de terra. CAVALCANTI & MELLO (1977d) mediram, em condições de laboratório, as capacidades de fixação de fosfato de 3 latossolos (Séries Iracema, Guamium e Luiz de Queiroz), 2 de podzólicos (Séries Ibitiruna e Gibóia) e um hidromórfico (Série Três Municípios) e concluíram que elas decresciam na seguinte ordem: Latossolos > Hidromórficos > Podzólicos. ROVERI *et alii* (1976) estudaram o arrastamento de P adicionado como fosfato monocálcico às superfícies de colunas de 30 cm de altura de 5 amostras de terra provenientes de solos de Piracicaba. Os autores constataram que a tendência do elemento era de permanecer nas camadas superficiais contra a lavagem por água, havendo, porém, arrastamento em todos os casos. CAVALCANTI & MELLO (1977c) constataram, em condições de laboratório, a existência de uma interação entre tempo de contato terra-fósforo e quantidades do elemento adicionadas. Também constataram que a sorção máxima se dava em cerca de 120 horas de contato. A terra provinha da camada arável do Hidromórfico Três Municípios. Trabalhando sob condições de laboratório e com amostras de 3 latossolos e 2 podzólicos, CAVALCANTI & MELLO (1977b) constataram que as quantidades de P fixadas aumentaram com as quantidades de P postas a incubar com as terras (500, 1.000 e 1.500 ppm) e que os latossolos fixaram mais que os podzólicos. CAVALCANTI & MELLO (1977a) estudaram em laboratório o efeito do tempo de incubação terra-fosfato sobre a fixação. Para isso, incubaram porções de 10 g de terra de 3 latossolos e 2 podzólicos com doses crescentes de fosfato monocálcico, nos tempos de 0, 2 e 200 horas (WAUGH & FITTS, 1966) após os quais o P era extraído com solução de H_2SO_4 0,025 N + HCl 0,05 N (VETTORI, 1966). Concluíram que: a) dentro de cada solo, a quantidade de P fixada aumentou com o tempo de incubação; b) os latossolos não diferiram, entre si, em relação às quantidades de P fixadas, ocorrendo o inverso entre os podzólicos; c) os latossolos fixaram mais que os podzólicos.

Muitos autores afirmam que a matéria orgânica do solo concorre para reduzir a fixação do fósforo. MELLO *et alii* (1983) relacionaram várias razões para isso. ALEXANDER (1961) diz que os ácidos minerais formados no solo, como o sulfúrico e o nítrico, provenientes da oxidação do enxôfre e do nitrogênio da matéria orgânica, concorrem para solubilizar fosfatos insolúveis. Entretanto, MELLO *et alii* (1982) verificaram, em laboratório, que a adição de torta de mamona a um latossolo roxo e a uma terra roxa estruturada, mesmo após 30 dias de incubação, aumentava muito o poder de fixar fosfato dos mesmos, de sorte que mais de 90% do P aplicado foi fixado no período de um mês. O seguinte trabalho de MALAVOLTA & PELEGRINO (1954) sugere o efeito de óxidos de ferro e de alumínio na fixação de fosfato por uma terra roxa. Os autores referidos misturaram superfosfato marcado com P^{32} com Terra Roxa Legítima e determinaram as quantidades de P extraídas de 100 g de terra com água, citrato de amônio a pH 7,0 e ácido cítrico a 2% após 1 e 30 dias de incubação (Quadro I). Em outro ensaio, plântulas de tomateiro cultivadas durante 30 dias em porções de 100 g de terra que havuam sido incubadas com o mesmo adubo marcado e em porções iguais da mesma terra, recém misturada com o referido fertilizante, absorveram diferentes porcentagens de P marcado (Quadro II). Como as quantidades de terra eram pequenas, supôs-se que as plantinhas tivessem absorvido quase o total de P disponível, ou seja, mais de 90% do P aplicado foi fixado. Os autores declararam textualmente: "Os dados sugerem que a princípio forma-se uma boa porção de fosfatos de ferro e alumínio solúveis no citrato de amônio; aumentando o tempo de contato são produzidos fosfatos de extração difícil, talvez do tipo hidroxiapatita".

Quadro I - Fósforo extraído, em porcentagem do total aplicado, após 1 e 30 dias de contato terra-superfosfato.

EXTRATOR	P EXTRAÍDO, % DO APLICADO	
	APÓS 1 DIA	APÓS 30 DIAS
Água	9,3	6,0
Citrato de amônio a pH 7,0	33,9	18,9
Ácido cítrico a 2%	21,2	18,4

Quadro II - Fósforo absorvido, em porcentagem do total aplicado.

TRATAMENTO	P ABSORVIDO, % DO APLICADO
Recém misturado	8,3
30 dias de contato	8,9

Por meio de um ensaio que envolveu incubação de porções de 500 g de terra provenientes de um latossolo vermelho escuro-orto com quantidades crescentes de fosfato monocálcico e posterior fracionamento do fósforo, MELLO *et alii* (1979a) mostraram a importância do ferro e do alumínio na fixação do P e que o pré-tratamento das amostras de terra com $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ contribuiu bastante para reduzir a intensidade do fenômeno citado. Este último aspecto do problema foi, também, ressaltado pelo trabalho de MELLO *et alii* (1979b) que concluíram que a capacidade de fixação de P da terra em apreço se tornaria nula com a aplicação de cerca de 560 kg P_2O_5 /ha.

A fim de verificar a importância do pré-tratamento de um latossolo com um fosfato solúvel sobre o seu poder de fixar P, MELLO *et alii* (1980) incubaram amostras da

camada superficial (0-20 cm) desse solo com quantidades crescentes do fosfato monocalcico. A equação de regressão obtida entre as quantidades de P fixadas e as adicionadas ($r = -0,97$) revelou que 365 kg P_2O_5 /ha são suficientes para anular a capacidade de fixação de P do referido solo.

Em trabalho posterior, realizado com um solo hidromórfico e semelhante ao último citado, a equação de regressão ($r = -0,98$) revelou que o poder de retenção de P só é anulado por uma adição de fosfato solúvel aproximadamente igual a 1275 kg P_2O_5 /ha (MELLO, 1982).

Alguns trabalhos foram feitos em solos da região de Piracicaba e sugerem o efeito positivo da argila na fixação do fosfato.

MALAVOLTA *et alii* (1953) observaram que adubos fosfatados solúveis eram mais eficientes para milho em solo arenoso (Areia Quartzosa). Por outro lado, KIEHL (1951) e KIEHL & PIMENTEL GOMES (1951) haviam observado resultado oposto numa Terra Roxa. O fenômeno foi atribuído pelos autores do primeiro trabalho à diferença dos poderes de retenção de fosfato das duas terras. MELLO *et alii* (1966) constataram que sementes de arroz, durante a germinação e as raízes das plântulas delas provenientes eliminavam parte do P que continham e que uma porção desse P permanecia na terra. As quantidades desse nutriente que ficavam nas terras eram maiores nos solos mais argilosos que nos menos argilosos. MELLO (1968) trabalhando em condições de laboratório observou que, de um modo geral, os solos mais argilosos fixavam mais P que aqueles que continham menores teores de argila. SOLIS & SILVEIRA (1982) misturaram amostras de terra da camada superficial de um Latossolo Vermelho Amarelo, fase arenosa (Série Paredão Vermelho) e de um Podzólico Vermelho Amarelo, variação Laras (Série Quebra-Dente) com quantidades crescentes de vermiculita e incubaram durante 10 e 20 dias com quantidades de fosfato solúvel de modo a fornecerem 50 e 100 ppm de P.

Após extração e dosagem do P solúvel em solução de H_2SO_4 0,05 N (CATANI & JACINTHO, 1974). verificou-se que as quantidades de P fixadas aumentavam com as quantida-

des de vermiculita adicionada e que mais de 80% do P adicionado foi fixado aos 10 dias em relação ao fixado aos 30 dias. O solo Quebra-Dente fixou mais fósforo que o Paredão-Vermelho.

Finalmente, alguns trabalhos evidenciam a fixação do fosfato. Serão citados dois exemplos.

MELLO (1964) e MELLO *et alii* (1974) citam um ensaio de adubação fosfatada em cana-de-açúcar com as produções em soca e ressoça (Quadro III).

Quadro III - Efeito residual de adubos fosfatados.

TRATAMENTO	PRODUÇÃO, kg/PARCELA	
	SOCA	RESSOCA
Testemunha, sem P	3082	965
Superfosfato Simples	3387	1075
Fertifos	3465	1073
Fosforita de Olinda	3596	1106

Como se pode observar (Quadro III) as produções foram maiores nos casos de adubos menos solúveis, o que pode indicar que o fertilizante mais solúvel sofreu maior fixação. Esses resultados foram confirmados por outros ensaios (com fósforo radioativo, pelo método de Neubauer e Schenelder e pelo método biológico do *A. niger*).

Um trabalho importante relativo ao tema em consideração foi realizado recentemente por THOMAZI (1988). A autora trabalhou, em condições de laboratório, com 9 amostras de terra provenientes de solos representativos dos que ocorrem no município de Piracicaba e concluiu o que segue:

"Argila e óxido de ferro livre são os fatores principais que contribuem para a fixação de fosfato em solos do município de Piracicaba. De acordo com o poder de fixação, em ordem decrescente, os solos que serviram para

o estudo se comportaram do seguinte modo: Iracema > Luiz de Queiroz > Monte Olimpo > Lageadinho > Pau D'Alho > Quebra Dente = Gibóia > Ribeirão Claro. Para tais solos manterem um teor médio de P disponível devem ser-lhes adicionados fosfatos solúveis nas seguintes concentrações:

Solo	ppm P
Iracema	59,65
Luiz de Queiroz	106,15
Monte Olimpo	64,55
Lageadinho	74,72
Pau D'Alho	47,70
Quebra-Dente	49,45
Gibóia	42,32
Ribeirão Claro	46,88

A fim de anular-lhes a capacidade de fixação os seguintes teores devem ser-lhes fornecidos, sempre em termos de ppm de P no solo:

Solo	ppm P
Iracema	1448
Luiz de Queiroz	2015
Monte Olimpo	991
Lageadinho	450
Pau D'Alho	359
Quebra-Dente	97
Gibóia	185
Ribeirão Claro	62

Sempre que possível devem ser efetuadas adubações fosfatadas aos solos utilizados neste trabalho, por serem pobres nesse elemento e para reduzir-lhes a capacidade de fixação, sobretudo nos da série Iracema, Luiz de Queiroz, Monte Olimpo e Pau D'Alho. Por fim, pode-se considerar que o teor de argila é um bom índice para avaliação da capacidade de reter fosfato dos solos do município de Piracicaba".

RESUMO

Este trabalho apresenta um levantamento dos estudos efetuados acerca da fixação de fósforo por solos do município de Piracicaba. Duas conclusões importantes foram tiradas: a. O poder de fixação de P dos solos de Piracicaba decresce na seguinte ordem: Iracema > Luiz de Queiroz > Monte Olimpo > Lageadinho > Pau D'Alho > Quebra Dente = Gibóia > Ribeirão Claro. b. O teor de argila é um bom índice para avaliar a capacidade de fosfato dos solos do município de Piracicaba.

SUMMARY

This paper presents a survey of the studies made on the phosphate fixation in soils from the Piracicaba County. Two important conclusions that can be drawn are: a. The phosphate fixation capacity of the soils from this Piracicaba County decreases in the following order: Iracema > Luiz de Queiroz > Monte Olimpo > Lageadinho > Pau D'Alho > Quebra Dente = Gibóia > Ribeirão Claro. b. The clay contents is a good index to evaluate the phosphate fixation capacity of the soils from the Piracicaba County.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, M., 1961. *Introduction to soil microbiology*, John Wiley, & Sons Inc., New York & London, 472p.
- CATANI, R.A., 1947. *Contribuição ao estudo dos fosfatos, sua dosagem, extração e distribuição nos solos do Estado de São Paulo*, Tese de Doutorado, 65p., E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- CATANI, R.A. & A.O. JACINTHO, 1974. Análise química para avaliar a fertilidade do solo. *Boletim Técnico Científico*, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, n^o 37, 54p.

- DEAN, L.A., 1949. Fixation of soil phosphorus. In: *Advances in Agronomy*, vol. 1, pp. 391-409, edited by A.G. Norman, Academic Press Inc., New York.
- FRIED, M. & L.A. DEAN, 1952. A concept concerning the measurement of available soil nutrients. *Soil Sci.*, Baltimore, 73: 263-272.
- HEMWAL, J.B., 1957. The fixation of phosphorus by soils. In: *Advances in Agronomy*. Vol. 9, pp. 95-112, edited by A.G. Nornan, Academic Press Inc., New York.
- KIEHL, E.J., 1951. Estudo sobre adubos fosfatados. *Rev. Agric.* 26: 76-86.
- KIEHL, E.J. & F. PIMENTEL GOMES, 1951. Ensaio sobre adubos fosfados. *Rev. Agric.*, 26: 391-296.
- KURTZ, L.T., 1953. Inorganic phosphorus in acid and neutral soils. In: *Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition*, pp. 59-88, edited by W.H. Pierce & A.G. Norman, Academic Press Inc., New York.
- MALAVOLTA, E. & D. PELLEGRINO, 1954. Nota sobre algumas transformações do superfosfato radioativo em terra roxa. *Rev. Agric.*, 29: 317-323.
- MALAVOLTA, E.; T. COURY; G. RANZANI; R.A. CATANI; M.O.C. BRASIL SOBRINHO & H.V. ARRUDA, 1953. Competição entre adubos fosfatados em milho (*Zea mays* L.). *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, 10: 109-120.
- MELLO, F.A.F., 1964. O emprego dos radioisótopos no estudo de fertilidade do solo. I. Avaliação dos teores de nutrientes disponíveis e efeito residual dos fertilizantes. *Rev. Agric.*, 39: 175-184.
- MELLO, F.A.F.; H.P. HAAG & E. MALAVOLTA, 1966. Eliminação de fósforo por sementes e raízes de plantas de

- arroz (*Oriza sativa* L. var. Batatais) (Nota Prévia). **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 23: 137-143.
- MELLO, F.A.F., 1968. Capacidade de fixação de fosfato de alguns solos do município de Piracicaba (Nota Prévia). **Rev. Agric.**, 43: 23-28.
- MELLO, F.A.F., 1970. Um método para avaliar a capacidade de fixação de fosfato pelo solo empregando P^{32} . **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 27: 347-352.
- MELLO, F.A.F.; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; S. JOLY & E. MALVOLTA, 1974. Efeito residual do superfosfato, fosfato precipitado e fosforita de Olinda em cana-de-açúcar. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 31: 243-249.
- MELLO, F.A.F.; E.J.P. COELHO; J.B. PALHANO; J.C. KENKLAIN & L.C. NETO, 1979b. Efeito do tratamento de um regossol com fosfato sobre a capacidade de fixação de fósforo pelo mesmo. **Ecossistema**, 4: 93-95.
- MELLO, F.A.F.; F.A. KRUG, J.M. CARRIEL, M.I.S. LOPES, R.N. GIRALDI & V.F. NETO, 1979a. Fixação de fósforo por um latossolo vermelho escuro-orto. **An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 36: 53-66.
- MELLO, F.A.F., E.A. BALLONI, J.P. JANKOVSKY, A.P. SILVA, N.P. KOFFLER & M. VALÉRIO FILHO, 1980. Efeito do tratamento de um latossol com fosfato sobre a capacidade de fixação de fósforo do mesmo. **Rev. Agric.**, 55: 127-151.
- MELLO, F.A.F., R.I. SILVEIRA & M.F.S. ROVERI, 1982. Efeito da matéria orgânica sobre a fixação de fósforo do solo. (Nota Prévia). **Rev. Agric.**, 57: 262-272.
- MELLO, F.A.F., 1982. Efeitos da adição de doses crescentes de fosfato monocálcico sobre a capacidade de fi-

xação de fosfato de um solo hidromórfico. *Rev. Agric.* 57: 147-151.

MELLO, F.A.F., M.O.C. BRASIL SOBRINHO, S.A. ARZOLLA, R.I. SILVEIRA, A. COBRA NETTO & J.C. KIEHL, 1983. *Fertilidade do Solo*, 3^o edição, Editora Nobel, São Paulo, 400p.

OLSEN, S.R., 1953. Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. In: *Soils and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition*, edited by W.H. Pierce & A.G. Norman, pp. 89-122, Academic Press Inc., New York.

ROVERI, M.F.S., W.S. MYADA, F.A.F. MELLO & R.I. SILVEIRA, 1976. Estudo da lixiviação do fósforo em cinco solos do município de Piracicaba. *Rev. Agric.*, 51: 157-163.

SOLIS, F.A.M. & R.I. SILVEIRA, 1982. Fixação de fósforo em solos que receberam quantidades variáveis de argilas vermiculita e caulinita. I. Efeito da argila vermiculita. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, 39: 883-916.

THOMAZI, M.D., 1988. *Fixação de fosfato por solos do município de Piracicaba*, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba (Tese de Doutorado).

WAUGH, D.L. & J.W. FITTS, 1966. Estudo para interpretação de análises de solo: de laboratório e de vasos. *Bol. Tec. Int. Soil Test.*, Raleigh, n^o 3, 33p.