

# ESTUDO DA LIXIVIAÇÃO DO FÓSFORO EM CINCO SOLOS DO MUNICÍPIO DE PIRACICABA

MARIA DE FÁTIMA SILVA RÓVERI,  
WALDOMIRO SHIGUERU MIYADA,  
FRANCISCO DE ASSIS F. DE MELLO &  
RONALDO IVAN SILVEIRA  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

## INTRODUÇÃO

O conteúdo de fósforo total no solo atinge em média 0,1% de P o que daria para uma camada arável do solo de 20 cm de profundidade, num hectare 3000 quilos do elemento. Apesar de as plantas exigirem em torno de 60 a 100 kg  $P_2O_5$ /ha ou o correspondente a apenas de 26-43 kg de P, a maior parte dos solos tem dificuldade em liberar essas pequenas parcelas de fósforo. Isso porque o fósforo total do solo se encontra em formas não integralmente disponíveis às plantas. Mesmo admitindo-se condições as mais favoráveis, apenas uma pequena fração é assimilada pelas plantas.

Quando fosfatos são adicionados ao solo, a maior parte das plantas irá absorver apenas uma fração do fósforo aplicado, pois este é rapidamente convertido a formas menos solúveis, fenômeno denominado de fixação ou retenção.

"Fixação é um termo genérico, empregado para traduzir a transformação de formas solúveis de fósforo em outras menos solúveis. Qualquer fenômeno que determine um decréscimo na concentração do íon ortofosfato de uma solução, em contato com o solo, é responsável pela fixação". (CATANI & PELEGRINO, 1960).

Extensas revisões bibliográficas foram apresentadas por DEAN (1949); KURTZ (1953); OLSEN (1953); HEMWAL (1957); LARSEN (1967), estabelecendo os conceitos, importância e interpretação físico-química da fixação de fósforo pelo solo, sejam estes ácidos, neutros ou alcalinos.

Em solos ácidos, MELLO (1968), julga que as principais causas da fixação sejam devidas à formação de compostos insolúveis com Fe, Al,

Ti, Mn, etc.; a adsorção aos óxidos hidratados desses metais e aos minerais de argila.

CATANI & PELEGRINO (1957), verificaram, ao estudar 3 tipos de solos do Estado de São Paulo, que a fixação do fosfato era maior à medida que aumentavam os teores de hidróxidos de Fe e de Al. Salientaram os mesmos autores (1960), que as quantidades de fósforo fixadas pelo solo dependem da concentração do elemento na solução, pH da solução, tempo de reação, temperatura e relação Peso: volume entre o solo e a solução.

Considerando o valor do assunto em foco procedeu-se a um experimento objetivando o estudo da lixiviação do fósforo em 5 solos do Município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados e suas principais características químicas e físicas, quanto à fertilidade, se acham nas Tabelas 1 e 2.

*Tabela 1* — Solos utilizados e algumas características químicas (Solos classificados por RANZANI et al. 1966, ao nível de série; os dados referem-se a horizontes superficiais, com profundidades variáveis de solo para solo).

Solo	pH	C org.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	e.mg trocável/100 g terra		
		%	sol.	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg	H + Al <sup>3+</sup>
Bairrinho	6,0	1,52	0,07	0,26	10,47	1,21
Pau D'Alho	6,2	1,67	0,09	1,00	11,44	9,87
Paredão Vermelho	4,8	0,73	0,01	0,08	0,80	2,85
Cruz Alta	4,7	0,83	0,03	0,09	0,71	4,36
Monte Olimpo	4,2	2,92	0,07	0,04	1,76	8,35

*Tabela 2* — Características físicas dos solos (método da pipeta).

Solo	Argila %	Limo %	Areia %
Bairrinho	35,8	39,17	25,35
Pau D'Alho	29,20	47,40	23,40
Paredão Vermelho	3,73	2,87	93,40
Cruz Alta	9,40	5,40	85,20
Monte Olimpo	43,70	25,70	30,70

Os solos utilizados pertencem aos seguintes Grandes Grupos:

Série	Grande Grupo
Bairrinho	Mediterrânico
Pau D'Alho	Latossol
Paredão Vermelho	Latossol
Cruz Alta	Podzólico
Monte Olimpo	Hidromórfico

Quatro porções de cada uma das terras foram transferidas para tubos de PVC de 30 cm de comprimento por 3,5 cm de diâmetro, dispostos em posição vertical, após terem sido fechadas as extremidades inferiores com tela de nylon e ter sido adicionada uma camada de 1 cm de sílica. As quantidades de terra foram suficientes para formar uma coluna de 27 cm.

Adicionou-se às 3 colunas de cada terra 10 ml de uma solução de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  de modo a simular uma forte adubação fosfatada. A quarta coluna serviu como testemunha.

A seguir, todas as colunas receberam 1.000 ml de água destilada, sendo o líquido percolado recebido em frascos de vidro para análise posterior.

Cerca de 48 horas após ter cessado a percolação, as colunas de terra, ainda úmidas, foram retiradas \* dos tubos e cortadas de modo a se obter de cada uma, 3 camadas superiores de 2 cm de espessura e 3, inferiores, de 7 cm. Neste trabalho, essas camadas são referidas como: 1, 2, 3, 4, 5 e 6, respectivamente, de cima para baixo.

As camadas de terra foram secas e seus teores de  $\text{PO}_4^{3-}$  solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05N determinados colorimetricamente, de acordo com CATANI & JACINTHO (1974). O mesmo método serviu para a dosagem do fósforo no líquido percolado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de  $\text{PO}_4^{3-}$  encontrados nas camadas de terra estão contidos na Tabela 3.

Embora os dados obtidos não tenham sido submetidos à análise estatística, os números da Tabela 3 permitem algumas observações.

- a) *Série Bairrinho* — A maior parte do P aplicado ficou retida nos 6 centímetros superficiais, o que pode ser explicado por se tratar de um solo razoavelmente suprido de partículas granulométricas menores. Na coluna testemunha não se pode constatar uma tendência definida de arrastamento do fósforo natural do solo. Em nenhum caso se verificou a presença do elemento em foco no líquido percolado.

\* Para facilitar o trabalho de retirada das colunas, os tubos de PVC haviam sido cortados em duas metades, no sentido longitudinal, e depois refeitos por meio de fita adesiva.

Tabela 3 — Teores de  $\text{PO}_4^{3-}$  encontrados nas 6 camadas de terra das colunas (no caso das terras tratadas com solução fosfatada, os teores são médias de três repetições).

Solo	Camada	e. mg de $\text{PO}_4^{3-}$ /100 g de terra	
		Tratada c/fosfato	Testem.
Bairrinho	1	0,333	0,042
	2	0,323	0,040
	3	0,212	0,033
	4	0,072	0,037
	5	0,053	0,047
	6	0,045	0,058
Pau D'Alho	1	0,213	0,109
	2	0,321	0,132
	3	0,250	0,148
	4	0,242	0,166
	5	0,188	0,160
	6	0,180	0,148
Paredão Vermelho	1	0,133	0,010
	2	0,078	0,010
	3	0,064	0,013
	4	0,055	0,016
	5	0,061	0,022
	6	0,068	0,027
Cruz Alta	1	0,520	0,025
	2	0,385	0,031
	3	0,315	0,034
	4	0,229	0,035
	5	0,086	0,032
	6	0,034	0,051
Monte Olimpo	1	0,319	0,012
	2	0,261	0,012
	3	0,195	0,015
	4	0,178	0,027
	5	0,167	0,024
	6	0,134	0,034

- b) *Série Pau D'Alho* — Neste caso, os dados obtidos na coluna tratada com solução fosfatada permitem observar uma melhor distribuição do P por toda a extensão da referida coluna, o que revela ter havido arrastamento do mesmo pela água. No percolado encontrou-se P, seja no referente às colunas tratadas, seja no relativo às testemunhas, o que mostra que houve arrastamento do fósforo aplicado e do nativo do solo.

- c) *Série Paredão Vermelho* — As pequenas quantidades de P encontradas nas diversas frações da coluna tratada sugerem arrastamento ou fixação muito forte do elemento. Porém, os dados obtidos na coluna testemunha fazem suspeitar que a primeira hipótese seja a mais viável. Isso fica mais reforçado ainda pelo baixo teor de argila desse solo e pelas quantidades relativamente grandes de P encontradas no percolado de todas as colunas.
- d) *Série Cruz Alta* — A maior porção do P adicionado ficou retida nos primeiros 13 cm de terra. Embora se trate de um solo arenoso, houve retenção total do P aplicado e não houve lixiviação do P natural do solo, o que foi revelado pela ausência de P no percolado. A elevada capacidade de reter fosfato deste solo já foi constatado por MAGALHÃES (comunicação particular), embora esse autor não pudesse explicar o motivo, como também não o podem os autores deste trabalho.
- e) *Série Monte Olimpo* — Os dados relativos às colunas tratadas com solução fosfatada revelam que embora a maior concentração de P tenha ficado nos 6 primeiros centímetros, houve arrastamento do mesmo. Essa observação é suportada pelos dados da coluna testemunha e pela presença de P no líquido percolado.

### RESUMO E CONCLUSÕES

O trabalho trata de um estudo feito para verificar o arrastamento do P em cinco solos do município de Piracicaba: Série Bairrinho, Pau D'Alho, Paredão Vermelho, Cruz Alta e Monte Olimpo.

Foram preparadas colunas de solo usando tubos de PVC de 30 cm de comprimento por 3,5 de diâmetro, enchendo-os com terra fina seca ao ar dos solos referidos, tendo as colunas de terra 27 cm de altura.

De cada solo foram preparadas 4 colunas; 3 delas receberam 10 ml de uma solução de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , de modo a simular uma adubação pesada com fósforo e a quarta serviu como testemunha.

Todas as colunas receberam a seguir, 1000 ml de água destilada. Após a percolação da mesma, as colunas de solos foram retiradas dos tubos e cortadas em secções transversais. Estas foram secas e analisadas para fósforo solúvel em  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,05N. Nos líquidos percolados de cada tubo também se dosou o P solúvel.

De um modo geral, o P aplicado permaneceu em maiores proporções nas camadas superiores das terras. Contudo, houve pequeno arrastamento, o que variou entre os solos. Nas terras dos solos Bairrinho e Cruz Alta não foi encontrado P nos percolados, mas o foi nos demais.

## SUMMARY

The leaching of phosphorus in 5 soils of Piracicaba area was studied, using soil columns of 27 cm of height in plastic tubes.

Ten ml of monocalcium phosphate solution were added to the top of three columns and the fourth column remained as a check.

Then, 1000 ml of distilled water were added to each column and the percolated fluid was collected in glass tubes to determine the phosphorus content.

The following soils were used: Bairrinho (Mediterranea soil), Pau D'Alho (Latosolic soil), Paredão Vermelho (Latosolic soil), Cruz Alta (Podzolic soil), and Monte Olimpo (Hydromorphic soil).

In general phosphorus remained in the upper layers of the soils. However, small leaching variations occurred among the soils.

Phosphorus was not found in the percolated fluid from Bairrinho and Cruz Alta soils, but it was present in all the others.

## LITERATURA CITADA

- CATANI, R. A. & D. PELEGRINO, 1957 — A fixação do fósforo em alguns solos do Estado de São Paulo, estudada com o auxílio do fósforo radioativo p<sup>32</sup>. *Revista Agricultura*, Piracicaba 32:237-252.
- CATANI, R. A. & D. PELEGRINO, 1960 — Avaliação da capacidade de fixação de fósforo pelo solo. *Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"* Piracicaba 17:19-32.
- CATANI, R. A. & A. O. JACINTHO, 1974 — Análise química para analisar a fertilidade do solo. *Boletim Técnico Científico* n° 37.
- DEAN, L. A., 1949 — The fixation of soil phosphorus. *Ad. in Agronomy*, New York, 1:391-409.
- HEMWALL, J. B., 1957 — The fixation of phosphorus by soils. *Adv. in Agron.*, New York, 9:95-112.
- KURTZ, L. T., 1953 — Inorganic phosphorus in acid and neutral soils. In "Soil and Fertilizers-Phosphorus in Crop Nutrition", editado por W. H. Pierce e A. G. Norman, New York, Academic Press, 59-88 (Agronomy 4).
- LARSEN, S. 1967 — Soil Phosphorus. In *Advances in Agronomy*, New York. Editado por A. G. Norman, Academic Press, 19:151-210.
- MELLO, F. A. F., 1968 — Capacidade de fixação de fosfato de alguns solos do Município de Piracicaba (Nota Prévia). *Revista Agricultura* 63:23-28.

- OLSEN, S. R. 1953 — Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. In: Soil and Fertilizer-Phosphorus in Crop Nutrition. Ed. W. Pierce and A. G. Norman, New York, Academic Press Inc., p. 89-122.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 — Carta de Solos do Município de Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, ESALQ, USP — Piracicaba.