

FIXAÇÃO DE FÓSFORO POR UM LATOSSOLO  
VERMELHO ESCURO-ORTO\*

Francisco de A.F.de Mello\*\*

Francisco J. Krug\*\*\*

José M. Carriel\*\*\*

Márcia I.S. Lopes\*\*\*

Rodolfo N. Geraldi\*\*\*

Vitório L.F.Netto\*\*\*

*RESUMO*

Este trabalho relata os resultados de um ensaio realizado com o objetivo de estudar a fixação de P por um Latossolo Vermelho Escuro-Orto, série Iracema, de Piracicaba, Estado de São Paulo.

O ensaio foi realizado em vasos de plástico, cada um recebendo 500 g de terra e os tratamentos, correspondentes a 0, 100, 200, 400, 600 e 1.200 kg/ha de  $P_2O_5$  na forma de  $Ca (H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ . Houve 4 repetições de cada tratamento.

---

\* Entregue para publicação em 7.2.1979.

\*\* Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz".

\*\*\* Alunos do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas.

Seguiu-se um período de incubação de 3 semanas, durante o qual as parcelas permaneceram umidecidas, entre 40 e 70% do poder de retenção de umidade.

Depois foram feitos trabalhos necessários do que se concluiu que:

- a) grande proporção do P fixado permaneceu solúvel em  $H_2SO_4$  0,05 N;
- b) o Fe e o Al foram importantes na fixação do P;
- c) o pré-tratamento do solo com  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  reduziu-lhe a capacidade de fixação de fosfato.

## INTRODUÇÃO

Entende-se por fixação do P a transformação do fosfato solúvel para uma forma menos solúvel devido a reações que ocorrem no solo.

A capacidade de fixação de P pelos solos vem sendo estudada há muito tempo. Segundo HEMWALL (1957), o fenômeno foi observado pela primeira vez na Europa por volta de 1850.

Não obstante o número elevado de trabalhos sobre o assunto, muitos dos aspectos relacionados com ele ainda não estão devidamente esclarecidos. Por isso, procurou-se estudar a capacidade de fixação de P de um Latossolo Vermelho Escuro-Orto, série Iracema, do Município de Piracicaba, bem como a influência exercida pelo Fe e Al sobre o fenômeno em consideração.

## REVISÃO DE LITERATURA

Segundo KARDOS (1964), os tipos de reações através dos quais o P é fixado, podem ser colocados em três grupos: adsorção, precipitação e substituição isomorfa.

Porém, HSU (1965) afirma que a natureza da fixação não é bem conhecida, sendo-lhe atribuídas diversas causas ligadas, ora a fenômenos químicos, ora a fenômenos físicos de adsorção. Estudando a fixação de fosfato em solos ácidos, ele informa que a adsorção desse anion é um processo químico normal e que a adsorção física não poderá ser considerada como processo de fixação de elevada importância. Acrescenta que adsorção e precipitação resultam do mesmo tipo de força química, dependendo ambos das formas de Al e/ou de Fe presentes no momento da reação que, por sua vez, dependem do pH e da concentração de fosfato da solução.

STOUT (1939) já verificara a penetração do P na rede cristalina através do processo de substituição isomorfa com  $\text{SiO}_2$  ou por deslocamento de hidróxidos, o que seria posteriormente confirmado para a haloisita por COLE & JACKSON (1950).

A fixação de P em solos ácidos pode se dar devido à formação de fosfatos insolúveis de Fe e/ou de Al, à adsorção do fosfato aos óxidos hidratados desses cátions e aos argilo-minerais (HEMWALL, 1957; MELLO *et alii*, 1972). Nos terrenos alcalinos a fixação tem sido atribuída à formação de fosfatos de cálcio insolúveis, à precipitação do fosfato sobre as partículas de carbonato de cálcio e a retenção pelas argilas saturadas com Ca.

Além da fixação do P pela fração inorgânica do solo pode ocorrer ainda a fixação biológica, isto é, a utilização de fosfatos pelos microrganismos do solo. (MELLO *et alii*, 1972).

Um trabalho interessante sobre a fixação do P em solos tropicais, foi apresentado por FASSBENDER (1969). O autor relata que a variação da mesma está entre 9,7% e 94% do P aplicado. Segundo o autor, a natureza da fixação está baseada na presença de cargas eletropositivas na matéria orgânica, argilas e hidróxidos dos solos devido o que os ions  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  são adsorvidos ao complexo coloidal. Por outro lado, devido à presença de íons  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  na solução do solo, fosfatos simples ou complexos de baixa solubilidade

são precipitados.

Os dados existentes na literatura sobre a influência da matéria orgânica na fixação do P não são conclusivos. Enquanto DALTON *et alii* (1952) e BUCKMAN & BRADY (1968) concluíram que a matéria orgânica diminuiu a fixação LEAL & VELOSO (1973) encontraram correlação altamente significativa e positiva entre adsorção máxima e teor de matéria orgânica em solos de cerrado, resultados estes confirmados por LOURENÇO (1973), em solos do Paraná.

A quantidade de P fixada pelo solo é influenciada pelos seguintes fatores: características físico-químicas do solo (teor e natureza da argila, tipo de cátions trocáveis, matéria orgânica, teor de umidade), temperatura, concentração de fosfato solúvel, pH e tempo de reação (MELLO *et alii*, 1972).

Finalmente, resta mencionar que o P acumulado sob as mais diversas formas fixadas não deixa de ser considerado como uma possível fonte supridora desse elemento. Existem muitos trabalhos em que se procuram comparar os efeitos residuais de diversos adubos fosfatados.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em vasos de polietileno, aos quais foram adicionados 500 g de um Latossolo Vermelho Escuro-Orto, série Iracema, do Município de Piracicaba e doses crescentes de P (0, 100, 200, 400, 600 e 1.200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) na forma de Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 parcelas.

A composição textural do solo é a seguinte: 26,1% de limo, 46,1% de argila e 27,8% de areia.

As parcelas (vasos) foram incubados durante 3 semanas, sendo os vasos irrigados com água destilada a cada dois

dias a fim de mantê-los úmidos, entre 50% a 70% de capacidade de campo, aproximadamente.

Após este período, as terras foram retiradas dos vasos, secas ao ar e passadas por peneira de 2 mm.

Foram feitas as seguintes determinações:

- a)  $Al^{3+}$  trocável (CATANI *et alii*, 1955);
- b) P solúvel em  $NH_4F$  0,5N, pH 8,5, que fornece o P, ligado ao Al (CATANI & BATAGLIA, 1968);
- c) P solúvel em  $NH_4OH$  0,1N, que fornece o P ligado ao Fe (CATANI & BATAGLIA, 1968);
- d) P solúvel em  $H_2SO_4$  0,05N, que fornece o P disponível às plantas (CATANI *et alii*, 1955);
- e) P equilibrado com  $KH_2PO_4$  0,001N, para fornecer a porcentagem de P fixado da solução (MELLO, 1968).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos podem ser observados através do exame das Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

A Figura 1 mostra a relação entre o teor de P solúvel em  $H_2SO_4$  0,05N e a quantidade aplicada.

Observa-se a existência de uma correlação bastante significativa com um coeficiente  $r = 0,9985$ .

A Figura 2 mostra a relação entre as mesmas variáveis apresentadas na Figura 1, permitindo avaliar a recuperação do P proveniente do adubo que permaneceu disponível às plantas. Observa-se que tal recuperação é superior a 90%.

A Figura 3 ilustra a relação entre as quantidades de fosfato monocálcico aplicadas e as porcentagens de fosfato

fixado da solução. Quando as doses adicionadas variam de 0 a 1.200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha cerca de 71% a 55% do fosfato da solução é fixado, respectivamente.

A Figura 4 representa a relação entre as quantidades de P adicionadas e as quantidades que se ligaram ao Al. Nota-se que quando se aumenta a dose de P aplicada a fixação como fosfato de Al aumenta linearmente até a dose de 600 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; considerando-se a dosagem até 1.200 kg/ha a curva toma aspecto de exponencial. Não foi encontrada explicação para esse fenômeno, uma vez que o teor de Al trocável, em todos os tratamentos, esteve em torno de 0,1 e.mg Al<sup>3+</sup>/100 g de terra, como mostra a Figura 5. Esta Figura mostra também que o fosfato reduziu o teor de Al trocável da terra, e isso está de acordo com o que se constatou através da Figura 4.

A Figura 6 revela que aumentando-se a dose adicionada de 0 a 400 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, aumenta a quantidade de P ligada ao Fe; a partir daí é atingido um patamar até 1.200 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, o que significa não haver mais fixação de P pelo Fe.

## CONCLUSÕES

Foi estudada a fixação do fosfato por um Latossolo Vermelho Escuro-Orto, série Iracema, do Município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

As conclusões são as seguintes:

- a) cerca de 90% do P fixado permaneceu solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N;
- b) o Fe e o Al contribuíram positivamente para aumentar a quantidade de P fixada;
- c) o pré-tratamento do solo com Ca (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O contribuiu para reduzir-lhe a capacidade de fixação de P.

*SUMMARY*

## FIXATION OF PHOSPHORUS IN A DARK RED LATOSOL

This paper deals with an experiment carried out in pots with the aim of studying the fixation of P in a Dark Red Latosol, from the Municipality of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil.

The main conclusions were as follows:

- a) about 90% of the fixed P remained soluble in 0,05N  $H_2SO_4$  solution;
- b) Fe and Al contributed to increase the quantities of fixed P;
- c) the pre-treatment of the soil with  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$  decreased its capacity for fixing P.

## LITERATURA CITADA

- BUCKMAN, H.O.; BRADY, N.C., 1968. Natureza e propriedades dos solos. Trad. Antonio B. Neiva Figueiredo Filho, 2a. ed., Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 594 p.
- CATANI, R.A.; BATAGLIA, O.C., 1968. Formas de ocorrência do fósforo no solo latossólico roxo. An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz" 25:99-119.
- CATANI, R.A.; GALLO, J.R.; GARGANTINI, H., 1955. Boletim nº 69 do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, Campinas.
- COLE, C.V.; JACKSON, M.L., 1950. Solubility equilibrium constant of dihydroxy phosphate relating to a mechanism of phosphate fixation in soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 15:84-88.

- DALTON, J.D.; RUSSEL, G.C., 1952. Effect of organic matter on phosphate availability. *Soil Sci.* 73:173-181.
- FASSBENDER, H.W., 1969. Phosphorus fixation in tropical soils. *Agri Digest* 18:20-28.
- HEMWALL, J.B., 1957. The fixation of phosphorus by soils. *Adv. Agron.* 9:95-112.
- HSU, P.H., 1965. Fixation of phosphorus by aluminum and iron in acid soils. *Soil Sci.* 99:398-402.
- KARDOS, L.T., 1964. Soil fixation of plant nutrients. In: Bear, F.E., *Chemistry of the Soil*, Reinhold, New York, 369-394.
- LEAL, J.R.; VELLOSO, A.C.X., 1973. Adsorção de fosfato em latossolos sob vegetação de cerrado. *Pesq. Agrop. Bras. Ser. Agron.*, Rio de Janeiro, 8:81-88.
- LOURENÇO, S., 1973. Adsorção e desorção do fósforo em solos do Estado do Paraná, Piracicaba, 69 p. Tese (Doutoramento), ESALQ, Piracicaba.
- MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRº, M.O.C.; ARZOLLA, S.; COBRANETTO, A.; SILVEIRA, R.I., 1972. Fertilidade do solo, Piracicaba, ESALQ, 197 p., 2º vol.
- MELLO, F.A.F., 1968. Capacidade de fixação de fosfato em alguns solos do Município de Piracicaba. *Rev. Agric.* 43:23-28.
- STOUT, P.R., 1939. Alteration in the crystal structures of clay minerals as a result of phosphate fixation. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 4:177-182.

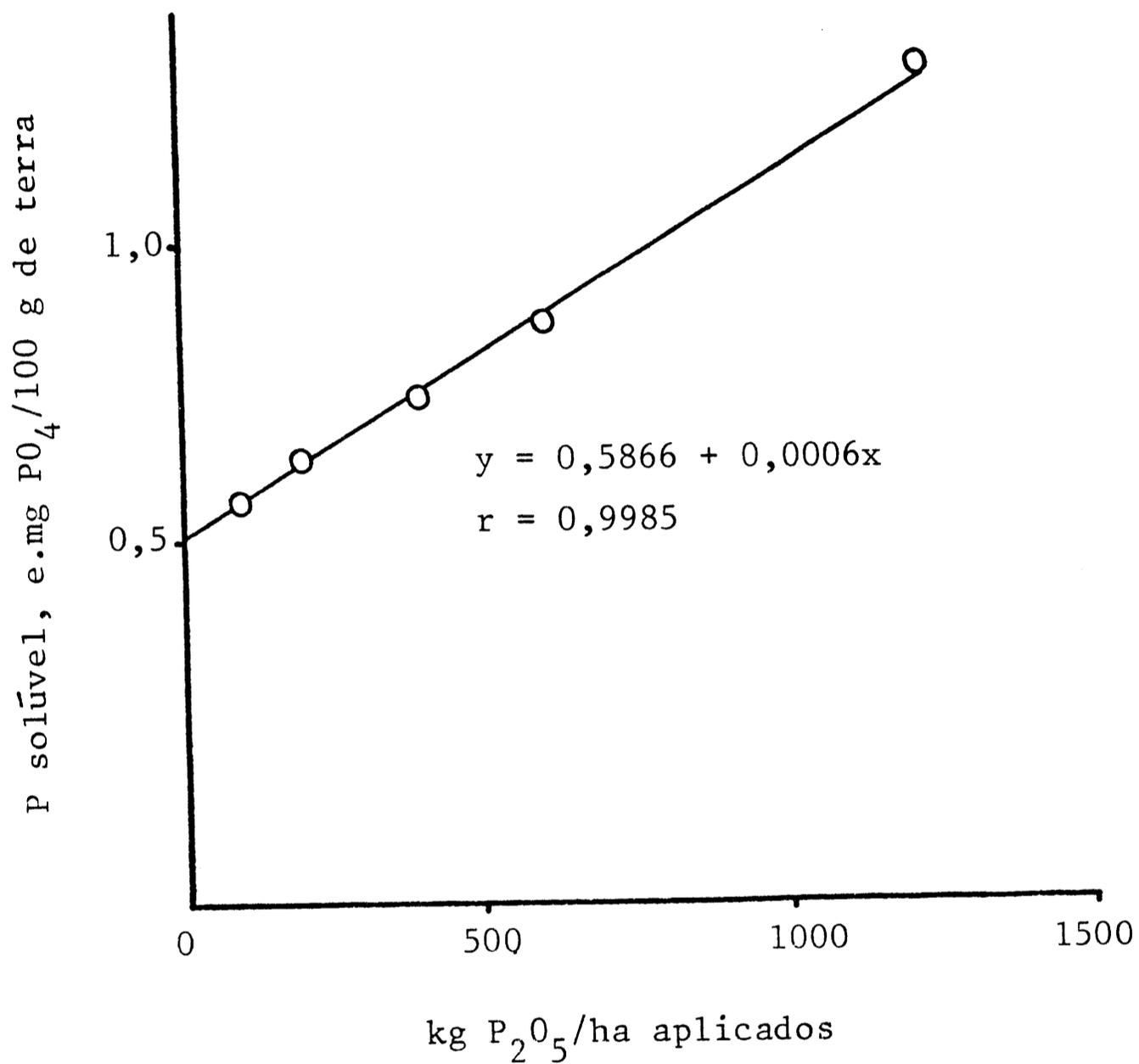


Figura 1 - Relação entre P solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05N e quantidade de P fornecida

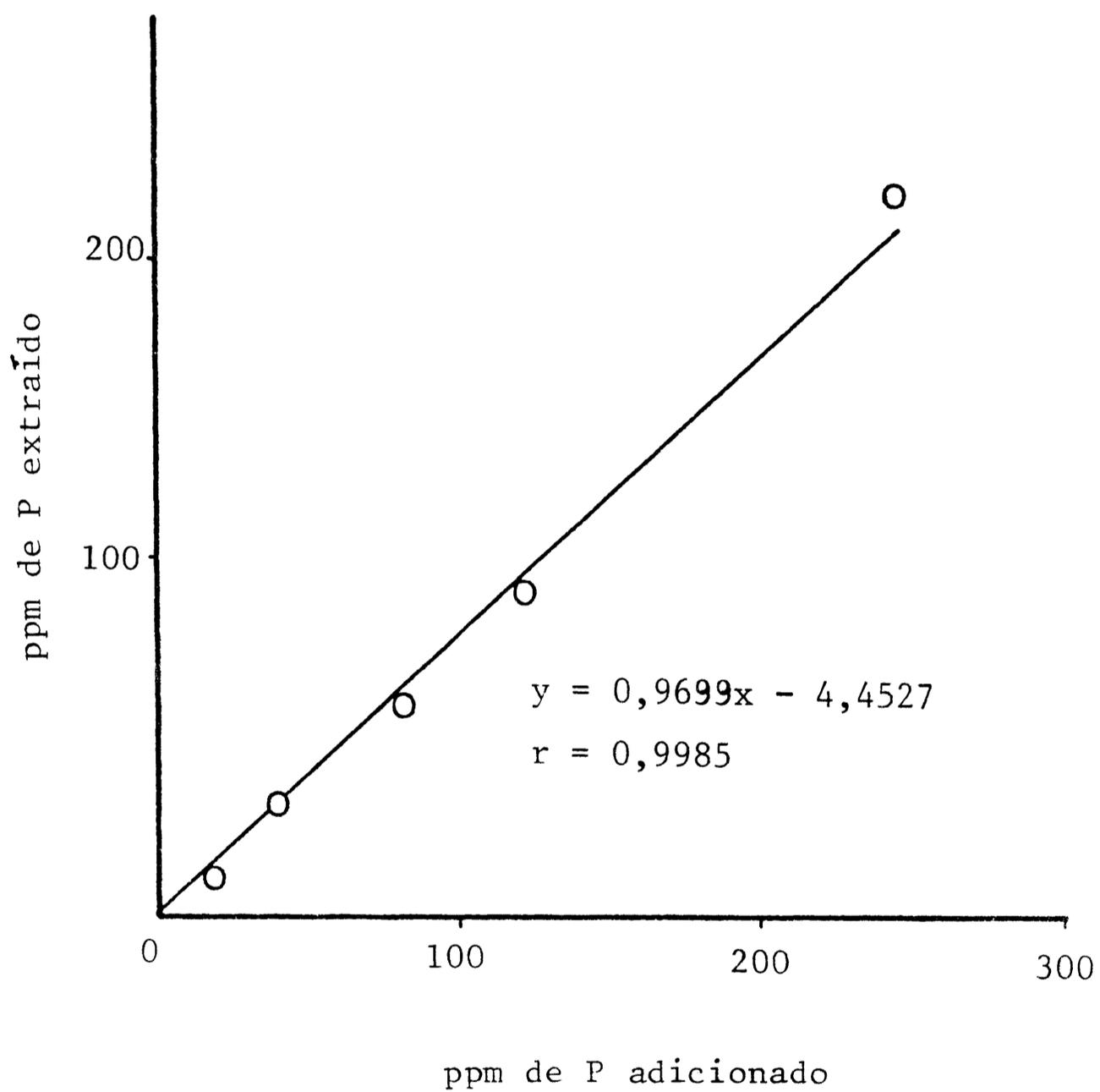


Figura 2 - Relação entre quantidade de fósforo adicionado e quantidade de fósforo extraída com  $H_2SO_4$  0,05 N

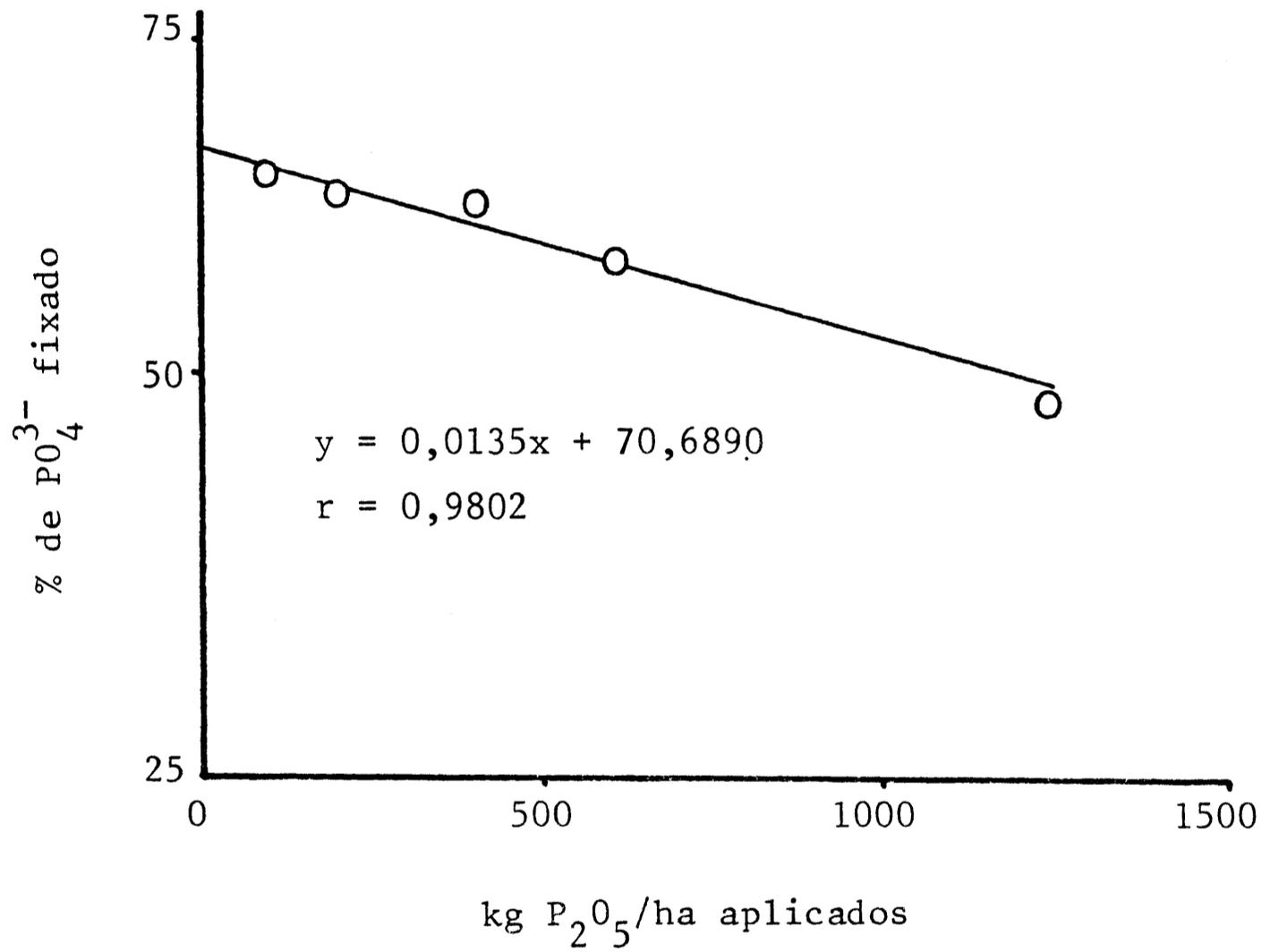


Figura 3 - Relação entre quantidade de fosfato monocálcico aplicado e porcentagem de fosfato da solução fixada

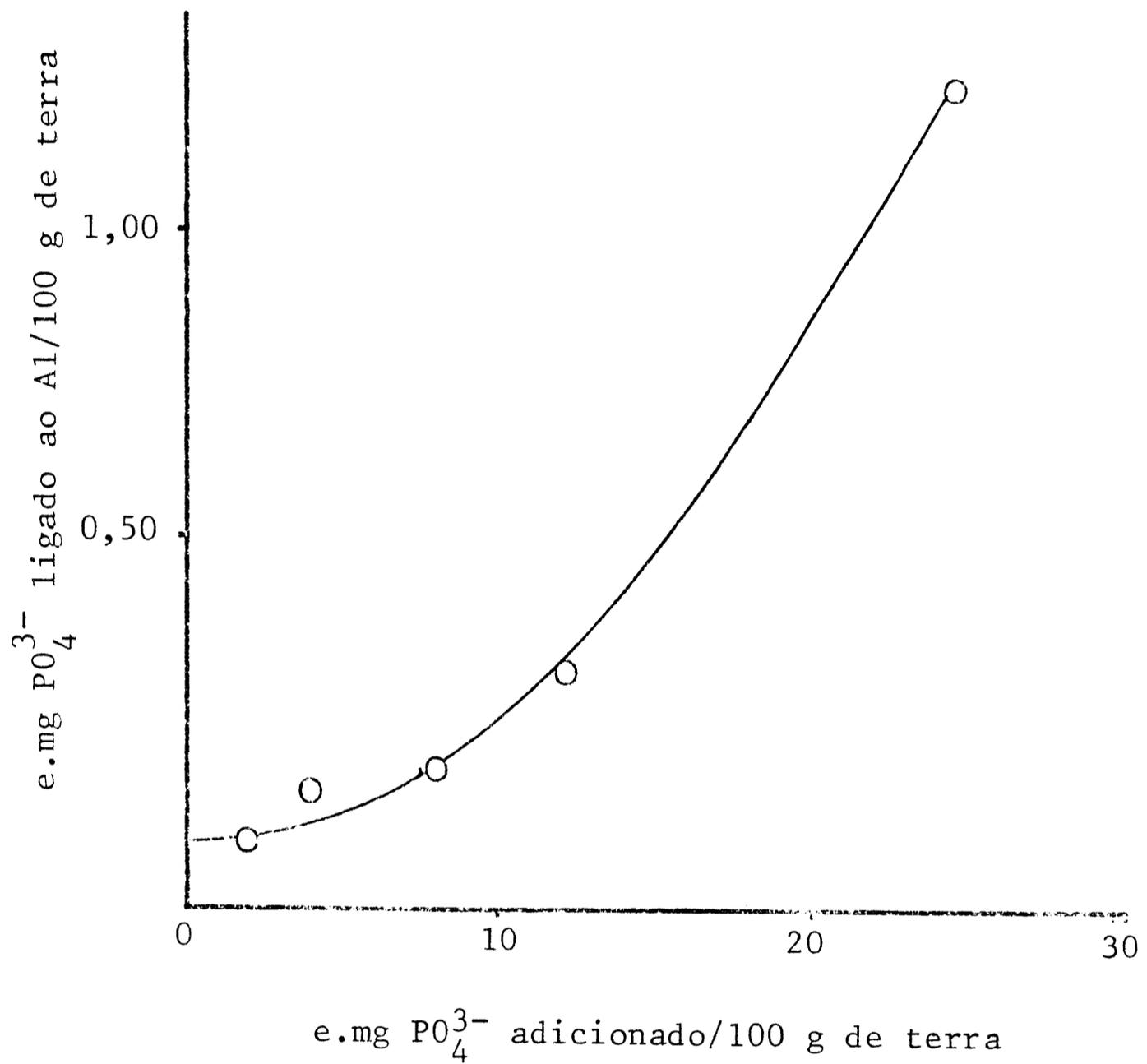


Figura 4 - Relação entre número de e.mg  $PO_4^{3-}$  ligado ao Al e número de e.mg  $PO_4^{3-}$  adicionado ao solo

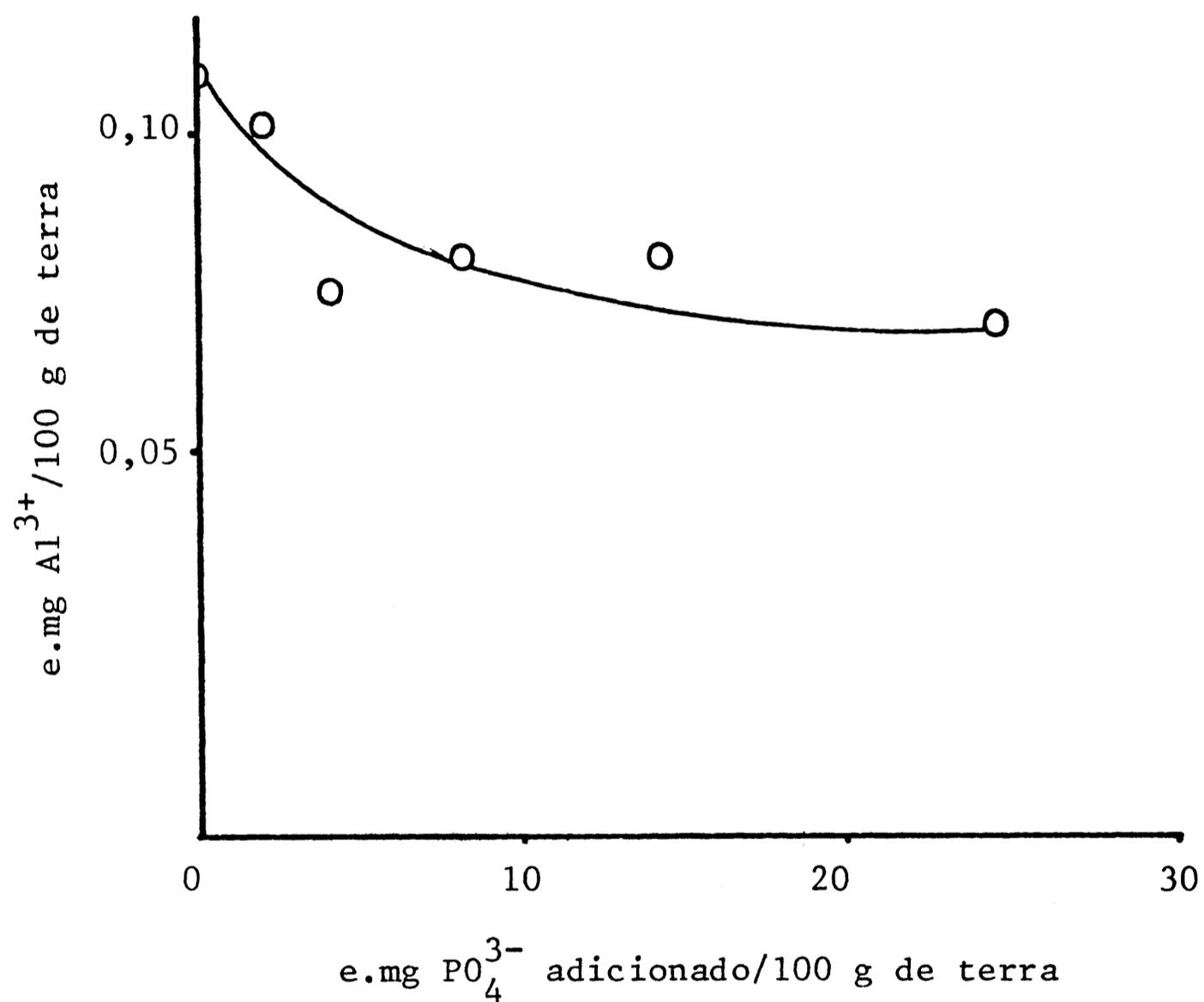


Figura 5 - Relação entre número de e.mg  $\text{Al}^{3+}$  trocável e número de e.mg  $\text{PO}_4^{3-}$  adicionado ao solo

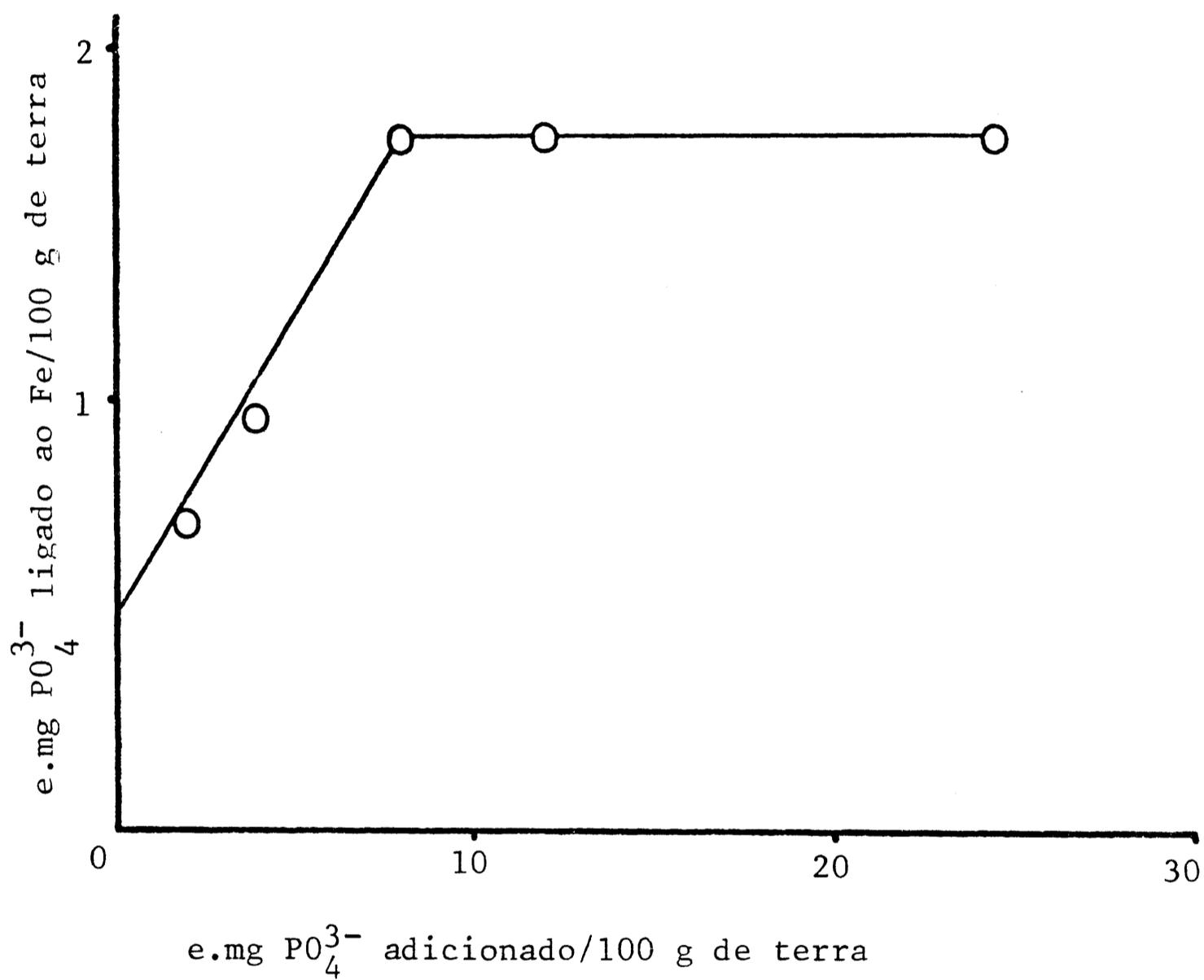


Figura 6 - Relação entre número de e.mg  $PO_4^{3-}$  adicionado e número de e.mg  $PO_4^{3-}$  ligado ao Ferro.