

FORMAS DE OCORRÊNCIA DO FÓSFORO NOS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (*)

R. A. CATANI

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

A. C. NASCIMENTO e J. R. GALLO
Instituto Agrônômico do Est. de S. Paulo — Campinas

INTRODUÇÃO

A fonte supridora de fósforo dos organismos vivos é o solo. O fósforo do solo ocorre em diversas e complexas formas, sendo as mais importantes as seguintes:

a) *minerais primários*, sendo a apatita comum ou fluofosfato de cálcio, $\text{Ca}_{10}\text{F}_2(\text{PO}_4)_2$, a mais importante; outros minerais primários fosfatados, como a cloro-apatita, $\text{Ca}_{10}\text{Cl}_2(\text{PO}_4)_6$, a hidroxí-apatita, $\text{Ca}_{10}(\text{OH})_2(\text{PO}_4)_6$, a carbonato-apatita, $\text{Ca}_{10}\text{CO}_3(\text{PO}_4)_6$, etc., podem ocorrer, mas são menos frequentes que o fluofosfato de cálcio;

b) *fosfatos de ferro e alumínio* de composição variável, mas que podem ser representados genéricamente pelos compostos: strengita, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; dufrenita, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$; variscita, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; wavelita, $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 13(\text{H}_2\text{O}, \text{HF})$; barrandita, $(\text{Al}, \text{Fe})_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, e outros compostos;

c) *compostos orgânicos*, ou melhor, fazendo parte de compostos orgânicos, como ácidos nucléicos e núcleo-proteínas, fitina e fosfolipídeos (lecitina);

d) *ortofosfatos neutros de cálcio e magnésio*, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$;

e) *na forma iônica*, adsorvida às partículas coloidais, principalmente aos óxidos hidratados de ferro e alumínio, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{H}_2\text{O}$;

(*) Parte deste trabalho foi apresentada ao XI Congresso Brasileiro de Química, realizado em São Paulo, 1954.

f) na forma iônica $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{2-} , livre na solução do solo.

De acôrdo com a natureza do material originário do solo, com as condições climáticas, com os fatores bióticos e outros, há uma predominância de uma ou mais formas sôbre as demais. Assim, nos solos alcalinos e calcários, as diversas formas de fosfatos de cálcio predominam sôbre as demais (OLSEN, 1953), enquanto que nos solos ácidos e relativamente ricos em óxidos hidratados de ferro e alumínio, ou melhor, adotando a nomenclatura de KELLOG (1950), nos solos latossólicos e mesmo nos podsólicos vermelhos e amarelos, preponderam a forma adsorvida e as ligadas ao ferro e alumínio. Finalmente, em certos solos a forma orgânica é também de grande importância (BLACK & GORING, 1953).

O conhecimento das diversas formas de fósforo é muito importante porque constitui a base das investigações dos métodos de extração deste elemento nos estudos de fertilidade do solo.

O presente trabalho tem por objetivo o estudo das diferentes formas de fósforo que ocorrem nos solos do Estado de São Paulo e, como consequência, a indicação de métodos de extração e de análises desse elemento, que permitam estabelecer uma correlação com os resultados agronômicos obtidos com diversas culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudados perfis com duas ou mais camadas, dos principais tipos de solos do Estado de São Paulo já descritos em trabalho anterior (PAIVA NETO, CATANI & outros, 1951).

Os métodos empregados para a extração e determinação das diversas formas de fósforo foram os seguintes:

Fósforo Total

O teor em fósforo total inclui tôdas as formas presentes no solo, sem distinção das mesmas.

a) *Marcha analítica*

Retirar 4 a 5g de amostra de terra já passada em peneira de 2mm, transferir para um gral e triturar para reduzir o diâmetro médio das partículas. Da amostra assim preparada, retirar 0,500g, transferir para balão de Kjeldahl de 100ml, adicionar 10ml de HCl e 3ml de HNO_3 . Aquecer durante 1 hora e meia a princípio com fogo brando e depois um pouco mais intensamente.

Depois de eliminada a matéria orgânica, transferir o conteúdo do Kjeldahl para um balão de 100 ml, filtrando. Lavar com três porções de 5 ml cada uma, com HCl (5 + 95) e completar o volume com água destilada. Pipetar uma alíquota de 5 a 20 ml conforme o solo (5 ml para terra-roxa-legítima, misturada e terras-de-baixadas; 10 ml para terra-massapé-salmourão e terras-argilosas; 20 ml para terras-arenosas), transferir para cápsula pequena e secar em banho-maria. Adicionar 2 ml de HCl e secar completamente em banho-maria. Juntar 10 ml de HCl (5 + 95), aquecer durante 10 minutos e filtrar para balão de 100 ml. Lavar com água destilada até um volume aproximado de 50 ml. Neutralizar com NH_4OH até viragem da fenolftaleína (1 gota de solução alcoólica a 1%), acrescentar 3 ml de H_2SO_4 5 normal, mergulhar o balão em banho-maria, cuja água esteja em ebulição e esperar 15 minutos. Adicionar 10 ml de solução de glicose a 12%, homogeneizar, acrescentar 5 ml de solução de molibdato de amônio em ácido sulfúrico e homogeneizar. Quando se iniciar o desenvolvimento da cor azul, esperar mais 30 minutos, esfriar, completar o volume com água destilada e determinar a densidade ótica da solução.

b) Reativos

Ácido clorídrico, $d = 1,19$.

Ácido nítrico, $d = 1,40$.

Solução de molibdato de amônio em ácido sulfúrico.

Preparar 500 ml de solução de molibdato de amônio, dissolvendo 50 g de $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ em água quase à ebulição. Deixar esfriar e completar o volume a 500 ml. Diluir 80 ml de H_2SO_4 em 250 ml de água destilada num Erlenmeyer de 500 ml. Esperar esfriar. Acrescentar 80 ml de solução de molibdato de amônio a 10% à solução de ácido sulfúrico, preparada conforme foi descrito anteriormente.

Solução de glicose a 12%.

Preparar pouco antes de usar, pesando a quantidade de glicose necessária para o número de determinações a serem executadas.

Solução de ácido sulfúrico 5 normal.

Preparar uma solução 5 normal, por diluição de 283 ml de H_2SO_4 (densidade 1,84) em 1200 a 1500 ml de água destilada, num balão de 2 litros. Esperar esfriar, completar o volume com água destilada, titular e acertar para 5 normal.

c) *Padrões e prova em branco*

Solução de K_2HPO_4 0,100 normal em PO_4^{3-} .

Preparar uma solução 0,100 normal de ortofosfato monoácido de potássio, pesando 2,9037 g de K_2HPO_4 , dissolver em 350-400 ml de água destilada, transferir para balão aferido de 500 ml, acrescentar 5 ml de H_2SO_4 (para sua conservação) e completar o volume com água destilada.

Solução de K_2HPO_4 0,001 normal em PO_4^{3-} .

Pipetar 5 ml da solução, 0,100 normal, transferir para balão aferido de 500 ml, diluir com 350-400 ml de água destilada, acrescentar 5 ml de H_2SO_4 e completar o volume com água destilada.

Transferir por meio de bureta 1, 2, 4, 6, 8 e 10 ml da solução 0,001 normal em PO_4^{3-} para balões de 100 ml, juntar 50-60 ml de água destilada, 3 ml de solução 5 normal de H_2SO_4 e proceder daqui por diante conforme foi descrito na marcha analítica de determinação do fósforo total. Estabelecer a relação entre as concentrações em fosfato e as densidades óticas.

Fósforo solúvel em solução 0,05 normal de ácido sulfúrico e 0,025 normal de fluoreto de amônio, ou fósforo adsorvido

O método que vai ser descrito para a extração e determinação do fósforo adsorvido tem como fundamento geral os trabalhos de DICKMAN & BRAY (1941) e de BRAY & KURTZ (1945).

Algumas modificações foram introduzidas, como a substituição do HCl pelo H_2SO_4 , o aumento da relação entre o peso da terra e o volume da solução, o tempo e a maneira de agitar.

a) *Marcha analítica*

Pesar 4 g de terra, transferir para Erlenmeyer de 250 ml, acrescentar 100 ml de uma solução 0,05 normal em ácido sulfúrico e 0,025 normal em fluoreto de amônio. Agitar durante 15 minutos num agitador de Wagner a 30 r.p.m. e filtrar. Retirar uma alíquota de 25 ml, transferir para balão de 50 ml, adicionar 2,5 ml de solução de ácido bórico a 4%, 1,5 ml de solução de ácido sulfúrico 5 normal, 2,5 ml do reativo, que encerra molibdato de amônio em ácido sulfúrico, já descrito, e 0,5 ml de solução de cloreto estanhoso a 2%, homogeneizando após a adição de cada reativo. Esperar 30 minutos e proceder à leitura no colorímetro fotoelétrico.

b) *Reativos*

Solução de fluoreto de amônio normal.

Pesar 18,5 g de fluoreto de amônio, dissolver em 200 a 300 ml de água destilada e transferir para um balão de 500 ml e completar o volume com água destilada.

Solução 0,05 normal em ácido sulfúrico e 0,025 normal em fluoreto de amônio.

Para cada litro de solução a preparar, pipetar 10 ml de solução 5 normal de ácido sulfúrico e 25 ml de solução normal de fluoreto de amônio.

Solução de ácido bórico a 4%.

Pesar 40 g de ácido bórico, transferir para um copo de 800 ml, acrescentar 650-700 ml de água destilada e aquecer. Esperar dissolver, esfriar e completar o volume a 1 litro.

Solução de molibdato de amônio em ácido sulfúrico.

Preparar conforme foi descrito em fósforo total, reativos

Solução de cloreto estanhoso a 2%.

Pesar 1 g de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, transferir para um copo de 50 ml, juntar 2 a 3 ml de HCl e aquecer em banho-maria até dissolução completa. Acrescentar 20 a 30 ml da HCl (1+9) e deixar por mais 10 minutos em banho-maria. Transferir para balão de 50 ml, esperar esfriar e completar o volume com HCl (1+9).

c) *Padrões e prova em branco*

Transferir, para balões de 50 ml, 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 3,00, 4,00 e 5,00 ml de solução de K_2HPO_4 0,001 normal, preparada conforme foi descrito. Adicionar 25 ml de solução 0,05 normal em ácido sulfúrico e 0,025 normal em fluoreto de amônio, 2,5 ml de solução de ácido bórico a 4%, 1,5 ml de solução de ácido sulfúrico 5 normal, homogeneizar, 2,5 ml de reativo contendo molibdato de amônio em ácido sulfúrico, homogeneizar e 0,5 ml de solução de cloreto estanhoso a 2%. Esperar 30 minutos, determinar a densidade ótica e estabelecer a relação entre as densidades óticas e as concentrações.

Preparar uma prova em branco.

Fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal

Os métodos de extração do fósforo do solo por meio de soluções diluídas de ácidos inorgânicos são numerosos, conforme se pode verificar na literatura sobre o assunto (NELSON, MEHLICH & WINTERS, 1953).

0,05 N em H_2SO_4 e 0,025 N em NH_4F , e orgânico, respectivamente, para diversos tipos de solo do Estado de S. Paulo.

Examinando os dados citados, verifica-se, em primeiro lugar, que o teor total em fósforo é mais elevado na terra-roxa-legítima, terra-roxa-misturada e terra-de-baixada, do que nos demais solos. Isto vem indicar que nos solos ricos em óxidos de ferro e alumínio (terra-roxa-legítima e misturada) e nos solos ricos em matéria orgânica (terras-de-baixada) há um acúmulo de fósforo. O fato do fósforo se apresentar com um teor relativamente elevado nos solos mencionados, pode ser explicado, no caso das terras roxas, pela adsorção intensa que o anion fosfato sofre pelos óxidos hidratados de ferro e alumínio, resguardando-o da lavagem pela água; no caso das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, pelo próprio acúmulo de substâncias orgânicas procedentes de restos vegetais que carregam fósforo ao solo. Como consequência, as terras-roxas e as terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, apresentam uma reserva apreciável de fósforo, enquanto que os solos massapé-salmourão, glacial, arenito Botucatu e arenito Bauru têm, em geral, uma reserva muito menor desse elemento.

O teor em fósforo solúvel em solução de H_2SO_4 0,05 normal é relativamente baixo em todos os solos estudados, com exceção de uma amostra de terra massapé-salmourão, uma de terra-roxa-legítima, três de arenito Bauru e quase todas as amostras de terra-de-baixada. É interessante observar o fato de que as amostras de terra-roxa-legítima e terra-roxa-misturada com teor total de fósforo relativamente elevado, apresentam, contudo, um teor muito baixo em fósforo solúvel em solução 0,05 normal de H_2SO_4 . Isto parece indicar que nos solos em questão, o anion fosfato está, em sua maior parte, integrando sistemas de óxidos hidratados de ferro e alumínio. Por outro lado, o teor relativamente alto de fósforo solúvel em solução 0,05 normal de ácido sulfúrico das terras-de-baixada, evidencia que nestas terras, o fósforo faz parte de sistemas que não são constituídos de sesquióxidos hidratados de ferro e alumínio, mas sim, como é sabido, de sistemas formados em grande proporção de compostos orgânicos.

O teor em fósforo solúvel na solução que contém ácido sulfúrico e fluoreto de amônio (0,05 normal em H_2SO_4 e 0,025 normal em NH_4F), cujos dados estão na 4a. coluna dos quadros de 1 a 7, vêm confirmar o que foi dito em linhas anteriores. A introdução do anion flúor aumentou a capacidade de extrair fósforo da solução de ácido sulfúrico, principalmente na terra-roxa-legítima e terra-roxa-misturada. Como é conhecido, o íon

flúor forma complexos com o ferro e o alumínio, exercendo portanto, uma ação solubilizante sobre certos compostos desses elementos, que ocorrem no solo. Dessa maneira, o íon flúor ao solubilizar o ferro e o alumínio, libertaria também o fósforo que se encontrava adsorvido aos sesquióxidos hidratados. Entretanto, duas outras interpretações poderiam ser dadas ao fenômeno em questão, isto é, à maior capacidade de extrair fósforo do solo pelas soluções que encerram fluoreto. Uma delas é que a presença do flúor dificultaria uma refixação ou re-adsorção do fósforo pelo solo que já havia sido solubilizado pelas soluções ácidas, que no presente caso é de ácido sulfúrico 0,05 normal. Finalmente, a outra interpretação fundamenta-se no fato que sendo o flúor um anion fortemente eletronegativo poderia haver troca entre esse íon e o anion fosfato do solo.

As três hipóteses são aceitáveis, mas qualquer que seja a explicação, o fato é que a presença do flúor nas soluções extratoras confere às mesmas uma capacidade maior de remover fósforo do solo.

O teor em fósforo orgânico é baixo nas amostras estudadas, com exceção de duas amostras de terra massapé-salmourão e de todas as amostras de terra-de-baixada. Os dados sobre o teor em fósforo orgânico indicam que, de um modo geral, nos solos do Estado de S. Paulo a maior fração do fósforo não está ligada aos compostos orgânicos e sim aos óxidos hidratados de ferro e alumínio. No caso das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, o fósforo acha-se ligado ou mesmo integrando os compostos orgânicos.

CONCLUSÕES

a) O teor total de fósforo é mais elevado nas terras roxas (legítima e misturada) e terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, do que nos demais solos do Estado de S. Paulo, como massapé-salmourão, glacial, arenito Botucatu e arenito Bauru.

b) O teor em fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal é relativamente baixo em todos os solos do Estado de S. Paulo, com exceção das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica.

c) O teor em fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico contendo fluoreto de amônio, (0,05 normal em ácido sulfúrico e 0,025 normal em fluoreto de amônio) é mais elevado do que o obtido apenas com a solução de H_2SO_4 0,05 normal, indicando que a presença do íon flúor aumentou a capacidade da solução ácida de extrair fósforo do solo.

d) O teor em fósforo orgânico é relativamente baixo na maioria das amostras estudadas, com exceção das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, que apresentaram um teor alto desse elemento.

e) Na maioria dos solos do Estado de S. Paulo, o fósforo faz parte de sistemas formados de óxidos hidratados de ferro, alumínio e talvez de outros óxidos como os de manganês e de titânio; nos solos de baixada, ricos em matéria orgânica, uma fração elevada do fósforo faz parte ou integra os compostos orgânicos.

RESUMO

A fim de estudar as formas de ocorrência do fósforo nos solos do Estado de S. Paulo, foram determinados os seguintes teores :

a) *total*, obtido pelo ataque de 0,5 g de terra com água-ré-gia em balão de Kjeldahl de 100 ml, insolubilização da sílica e dosagem colorimétrica do fósforo por redução do ácido fosfomolibdico com glicose; as terras roxas (legítima e misturada) e as terras-de-baixada ricas em matéria orgânica, apresentaram um teor em fósforo total mais elevado que os demais solos do Estado de S. Paulo;

b) *solúvel em solução de ácido sulfúrico*, 0,05 normal obtido pela agitação de 4 g de terra com 100 ml da citada solução durante 15 minutos e determinado colorimetricamente por redução do ácido fosfomolibdico com cloreto estanhoso; este teor apresentou-se baixo em todas as amostras, com exceção das procedentes de terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica;

c) *solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal e fluoreto de amônio 0,025 normal*, obtido pela agitação de 4 g de terra com 100 ml da citada solução durante 15 minutos e determinado colorimetricamente por redução do ácido fosfomolibdico com cloreto estanhoso; em todas as amostras, a extração de fósforo com a solução que contém fluoreto de amônio e ácido sulfúrico foi mais elevada do que apenas com a solução de ácido sulfúrico 0,05 normal, demonstrando que o fluoreto de amônio aumenta a eficiência da extração da solução ácida;

d) *orgânico*, calculado a partir da diferença entre o resultado obtido pela calcinação de 4 g de terra a 500°C e posterior tratamento conforme foi descrito em b, e o teor solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal; o teor em fósforo orgânico apresentou-se baixo em todas as amostras, com exceção das terras de baixada ricas em matéria orgânica.

flúor forma complexos com o ferro e o alumínio, exercendo portanto, uma ação solubilizante sobre certos compostos desses elementos, que ocorrem no solo. Dessa maneira, o íon flúor ao solubilizar o ferro e o alumínio, libertaria também o fósforo que se encontrava adsorvido aos sesquióxidos hidratados. Entretanto, duas outras interpretações poderiam ser dadas ao fenômeno em questão, isto é, à maior capacidade de extrair fósforo do solo pelas soluções que encerram fluoreto. Uma delas é que a presença do flúor dificultaria uma refixação ou readsorção do fósforo pelo solo que já havia sido solubilizado pelas soluções ácidas, que no presente caso é de ácido sulfúrico 0,05 normal. Finalmente, a outra interpretação fundamenta-se no fato que sendo o flúor um anion fortemente eletronegativo poderia haver troca entre esse íon e o anion fosfato do solo.

As três hipóteses são aceitáveis, mas qualquer que seja a explicação, o fato é que a presença do flúor nas soluções extratoras confere às mesmas uma capacidade maior de remover fósforo do solo.

O teor em fósforo orgânico é baixo nas amostras estudadas, com exceção de duas amostras de terra massapé-salmourão e de tôdas as amostras de terra-de-baixada. Os dados sobre o teor em fósforo orgânico indicam que, de um modo geral, nos solos do Estado de S. Paulo a maior fração do fósforo não está ligada aos compostos orgânicos e sim aos óxidos hidratados de ferro e alumínio. No caso das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, o fósforo acha-se ligado ou mesmo integrando os compostos orgânicos.

CONCLUSÕES

a) O teor total de fósforo é mais elevado nas terras roxas (legítima e misturada) e terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, do que nos demais solos do Estado de S. Paulo, como massapé-salmourão, glacial, arenito Botucatu e arenito Bauru.

b) O teor em fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal é relativamente baixo em todos os solos do Estado de S. Paulo, com exceção das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica.

c) O teor em fósforo solúvel em solução de ácido sulfúrico contendo fluoreto de amônio, (0,05 normal em ácido sulfúrico e 0,025 normal em fluoreto de amônio) é mais elevado do que o obtido apenas com a solução de H_2SO_4 0,05 normal, indicando que a presença do íon flúor aumentou a capacidade da solução ácida de extrair fósforo do solo.

d) O teor em fósforo orgânico é relativamente baixo na maioria das amostras estudadas, com exceção das terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica, que apresentaram um teor alto desse elemento.

e) Na maioria dos solos do Estado de S. Paulo, o fósforo faz parte de sistemas formados de óxidos hidratados de ferro, alumínio e talvez de outros óxidos como os de manganês e de titânio; nos solos de baixada, ricos em matéria orgânica, uma fração elevada do fósforo faz parte ou integra os compostos orgânicos.

RESUMO

A fim de estudar as formas de ocorrência do fósforo nos solos do Estado de S. Paulo, foram determinados os seguintes teores :

a) *total*, obtido pelo ataque de 0,5 g de terra com água-régia em balão de Kjeldahl de 100 ml, insolubilização da sílica e dosagem colorimétrica do fósforo por redução do ácido fosfomolibdico com glicose; as terras roxas (legítima e misturada) e as terras-de-baixada ricas em matéria orgânica, apresentaram um teor em fósforo total mais elevado que os demais solos do Estado de S. Paulo;

b) *solúvel em solução de ácido sulfúrico*, 0,05 normal obtido pela agitação de 4 g de terra com 100 ml da citada solução durante 15 minutos e determinado colorimetricamente por redução do ácido fosfomolibdico com cloreto estanhoso; este teor apresentou-se baixo em todas as amostras, com exceção das procedentes de terras-de-baixada, ricas em matéria orgânica;

c) *solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal e fluoreto de amônio 0,025 normal*, obtido pela agitação de 4 g de terra com 100 ml da citada solução durante 15 minutos e determinado colorimetricamente por redução do ácido fosfomolibdico com cloreto estanhoso; em todas as amostras, a extração de fósforo com a solução que contém fluoreto de amônio e ácido sulfúrico foi mais elevada do que apenas com a solução de ácido sulfúrico 0,05 normal, demonstrando que o fluoreto de amônio aumenta a eficiência da extração da solução ácida;

d) *orgânico*, calculado a partir da diferença entre o resultado obtido pela calcinação de 4 g de terra a 500°C e posterior tratamento conforme foi descrito em b, e o teor solúvel em solução de ácido sulfúrico 0,05 normal; o teor em fósforo orgânico apresentou-se baixo em todas as amostras, com exceção das terras de baixada ricas em matéria orgânica.

ted that the phosphorus in the soils of the State of S. Paulo, Brazil, is in general, bound to iron and aluminium oxides systems.

LITERATURA CITADA

- BLACK, C. A. & C. A. GORING, 1953 — Organic phosphorus in soils. In PIERRE, W. H. & NORMAN, A. G. ed. Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition. New York, Academic Press, Inc., p. 123-152.
- BRAY, R. H. & L. T. KURTZ, 1945 — Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59: 39-45.
- CATANI, R. A., 1947 — Contribuição ao estudo dos fosfatos, sua dosagem, extração e distribuição nos solos do Estado de S. Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura, 65 p. (Tese de doutoramento).
- DICKMAN, S. R. & R. H. BRAY, 1940 — Removal of phosphates from solutions of hydrogen peroxide. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 12: 279.
- DICKMAN, S. R. & R. H. BRAY, 1941 — Replacement of adsorbed phosphate from kaolinite by fluoride. *Soil Sci.* 52: 263-273.
- DICKMAN, S. R. & E. E. DETURK, 1938 — A method for the determination of the organic phosphorus of soils. *Soil Sci.* 45: 29-39.
- KELLOG, C. E., 1950 — Tropical soils. *Transactions of the International Congress of Soil Science*, vol. I, p. 266-276
- NELSON, W. L., A. MEHLICH & E. WINTERS, 1953 — The development, evaluation, and use of a soil test for phosphorus availability. In PIERRE, W. H. & NORMAN, A. G. ed. Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition. New York, Academic Press, Inc., p. 153-188.
- OLSEN, S. R., 1953 — Inorganic phosphorus in alkaline and calcareous soils. In PIERRE, W. H. & NORMAN, A. G. ed. Soil and fertilizer phosphorus in crop nutrition. New York Academic Press, Inc., p. 89-122.
- PAIVA NETTO, J. E., R. A. CATANI, A. KUPPER, & outros, 1951 — Observações gerais sobre os grandes tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 11: 227-253.

Quadro 1 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo terra massapé-salmourão. Resultados em e. mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra, na Seção de Agrogeologia e Camada		Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N		Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH ₄ F 0,025N		Orgânico
			e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	
510	a	2,40	0,04	0,07	0,73		
	b	1,78	0,01	0,02	0,19		
	c	2,00	0,01	n.d.	0,12		
513	a	1,75	0,03	0,06	0,35		
	b	1,62	tr.	0,07	0,08		
	c	1,81	tr.	n.d.	0,07		
518	a	2,31	0,04	0,10	n.d.		
	b	2,56	0,02	0,05	n.d.		
	c	2,09	0,01	n.d.	n.d.		
523	a	3,22	0,09	0,16	n.d.		
	b	2,57	0,17	0,35	n.d.		
524	a	3,18	0,04	0,08	1,78		
	b	1,84	0,01	0,02	0,10		
	c	1,50	0,02	0,02	0,08		

Quadro 2 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo Glacial. Resultados em e. mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra, na Seção de Agrogeologia e Camada		Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N		Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH ₄ F 0,025N		Orgânico
			e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	e. mg PO_4^{3-}	
165	a	1,87	0,04	0,10	0,28		
	b	1,45	0,01	0,06	0,10		
168	a	1,19	0,02	0,09	0,12		
	b	1,31	tr.	0,06	0,08		
189	a	0,81	0,04	0,08	0,04		
	b	0,87	0,01	0,03	0,07		

Quadro 3 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo terra-roxa-legítima. Resultados em e.mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra na Seção de Agrogeologia e Camada	Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH_4F 0,025N	Orgânico
14 a	5,62	0,02	0,12	n.d.
b	7,90	0,03	0,08	n.d.
402 a	7,49	0,03	0,18	n.d.
b	8,03	0,03	0,13	n.d.
c	6,40	0,02	0,13	n.d.
d	5,54	0,01	0,08	n.d.
e	4,13	tr.	0,04	n.d.
403 a	8,97	0,05	0,37	0,04
b	8,89	0,04	0,22	0,01
c	5,77	0,03	0,19	tr.
d	5,30	0,02	0,11	0,04
e	5,30	tr.	0,06	0,03
409 a	11,87	0,18	0,55	0,19
b	10,00	0,04	0,20	0,05
c	7,90	0,01	n.d.	0,05
415 a	12,43	0,08	0,44	n.d.
b	11,07	0,06	0,31	n.d.
443 a	12,64	0,06	0,27	n.d.
b	13,53	0,05	0,22	n.d.
465 a	14,30	0,10	0,46	0,01
b	11,47	0,03	0,27	0,03
c	9,17	0,01	n.d.	0,04

Quadro 4 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo terra-roxa-misturada. Resultados em e.mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra na Seção de Agrogeologia e Camada	Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N		Orgânico
		Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH_4F 0,025N		
	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}
63 a	5,30	0,03	0,14	0,16
b	4,91	0,01	0,08	0,07
79 a	2,89	0,04	0,06	0,1
b	3,35	0,04	0,05	0,08
82 a	9,91	0,03	0,26	0,28
b	9,67	tr.	0,05	0,03
c	8,81	tr.	n.d.	0,02
250 a	3,51	0,04	0,18	n.d.
b	3,28	0,01	0,11	n.d.
279 a	1,97	0,02	0,06	n.d.
b	2,12	tr.	0,06	n.d.

Quadro 5 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo Arenito Botucatu. Resultados em e.mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra na Seção de Agrogeologia e Camada	Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N		Orgânico
		Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH_4F 0,025N		
	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}
25 a	2,62	0,03	0,11	0,08
b	2,26	0,01	0,05	0,06
171 a	1,09	0,01	0,09	0,03
b	1,03	tr.	0,06	0,02
256 a	1,28	0,03	0,10	0,08
b	0,66	0,01	0,05	0,04
c	2,89	n.d.	n.d.	n.d.
274 a	3,40	0,02	0,11	0,01
b	2,59	tr.	0,06	0,02

Quadro 6 — Distribuição de diversas formas de fósforo no solo Arenito Bauru. Resultados em e.mg de PO_4^{3-} por 100 g de terra fina sêca ao ar

N.º da amostra na Seção de Agrogeologia e Camada		Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH_4F 0,025N	Orgânico
			e.mg PO_4^{3-}	e.mg PO_4^{3-}	
533	a	1,70	0,03	0,06	0,19
	b	2,60	0,01	0,01	0,11
	c	1,45	tr.	0,02	0,06
534	a	2,34	0,03	0,09	0,21
	b	1,65	0,02	0,08	0,09
	c	1,44	0,01	0,03	0,09
535	a	1,22	n.d.	n.d.	n.d.
	b	1,14	n.d.	n.d.	n.d.
537	a	2,15	0,19	0,26	n.d.
	b	1,93	0,01	0,04	n.d.
	c	1,33	0,01	0,05	n.d.
540	a	2,07	0,03	0,04	0,39
	b	2,44	0,02	0,05	0,26
	c	1,14	0,16	0,31	0,06
541	a	1,75	0,05	0,11	n.d.
	b	1,87	0,01	0,05	n.d.
	c	1,31	0,01	0,05	n.d.
542	a	1,93	0,12	0,17	n.d.
	b	1,28	0,02	0,06	n.d.
	c	2,28	0,02	0,08	n.d.

Quadro 7 — Distribuição de diversas formas de fósforo em terras de baixada, ricas em matéria orgânica. Resultados em e.mg de PO_4^{-3} por 100 g de terra fina seca ao ar

N.º da amostra na Seção de Agrogeologia e Camada	Total	Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N		Orgânico
		Solúvel em solução de H_2SO_4 0,05N e NH_4F 0,025N	Orgânico	
	e.mg PO_4^{-3}	e.mg PO_4^{-3}	e.mg PO_4^{-3}	e.mg PO_4^{-3}
347 a	8,55	0,29	1,20	2,57
b	6,05	0,07	0,22	2,76
353 a	10,48	0,19	0,62	4,21
b	12,92	0,11	0,39	3,28
368 a	4,90	0,19	0,44	n.d.
b	3,80	0,10	0,25	n.d.
370 a	8,17	0,36	0,97	2,49
b	9,58	0,22	0,65	1,84
3.424	19,16	2,53	n.d.	4,90
3.428	17,35	1,92	n.d.	5,44

IMPORTANTE !

"O CITOPLASMA E O NÚCLEO NO DESENVOLVIMENTO E NA HEREDITARIEDADE"

O gen não existe. O cromossômio funciona como um todo
O Citoplasma é mais importante do que o núcleo
na hereditariedade.

Cerca de 146 páginas, 27 figuras e bibliografia

Interessantíssimo trabalho da autoria do

Prof. Dr. S. de Toledo Piza Junior

PREÇO: Cr\$ 50.00 — A VENDA NESTA REDAÇÃO

XV CONGRESSO INTERNACIONAL DE HORTICULTURA

Comunica-nos o sr. P. CHAUMIER, Secretário Geral, que o XVº Congresso Internacional de Horticultura será realizado em Nice, em Côte d'Azur, França, entre os dias 11 e 18 de Abril de 1958. O Congresso será presidido pelo sr. H. QUEUILLE, presidente da Sociedade Nacional de Horticultura da França, e terá como tema principal o seguinte: "A ciência a serviço das técnicas hortícolas".

O programa detalhado do congresso será enviado, dentro de alguns meses, a todos que o solicitarem à Secretaria Geral, no seguinte endereço: 84, Rue de Grenelle — Paris 7, França.