

## INFLUÊNCIA DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS SOBRE A FIXAÇÃO DE ZINCO PELO SOLO\*

RONALDO I. SILVEIRA\*\*  
M.O.C. DO BRASIL SOBRINHO\*\*  
F.A.F. DE MELLO\*\*  
S. ARZOLLA\*\*  
J.R. SARRUGE\*\*\*

### RESUMO

Ao realizarem este trabalho os autores tiveram em mente verificar os efeitos das frações granulométricas do solo sobre a fixação de Zn pelo mesmo. Utilizaram, para tanto, uma técnica traçadora, sendo o  $^{65}\text{Zn}$  o elemento traçador.

Concluíram que as frações argila e limo participam do fenômeno, mas não a fração areia.

### INTRODUÇÃO

A fixação de nutrientes de plantas pelo solo constitui um dos aspectos importantes da fertilidade do mesmo embora se reconheça tratar-se de um assunto complexo e ainda mal definido.

Estudos de fixação têm sido conduzidos de modo relativamente intenso com respeito ao fósforo, o que não tem acontecido com outros nutrientes.

Sabe-se que o zinco pode se ligar firmemente a vários componentes do terreno e participar de reações químicas de modo a se tornar não disponível aos vegetais.

Neste trabalho são expostos os resultados obtidos num ensaio em que se pretendeu verificar as influências das frações argila, limo e areia sobre a retenção de zinco pelo solo.

### REVISÃO DE LITERATURA

As investigações sobre as influências das frações granulométricas do solo sobre a fixação do Zn têm-se limitado quase que exclusivamente à fração argila (ver HIBBARD, 1940; DROSDOFF, 1954; DROSDOFF et al., 1943; DE MUMBRUM & JACKSON,

\* Entregue para publicação em 6/10/1975. Os autores são gratos aos Profs. E. Malavolta e A. Cervellini pelo fornecimento do  $^{65}\text{Zn}$  e pela permissão do uso das dependências e aparelhos do CENA, respectivamente.

\*\* Departamento de Solos da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

\*\*\* Departamento de Química da E.S.A. "Luiz de Queiroz".

1956a; DE MUMBRUM & JACKSON, 1956b; BROWN, 1950; NELSON & MELSTED, 1955; ELGABALY, 1950).

Vários autores (Elgabaly & Jenny, citados por HODGSON, 1963; ELGABALY, 1950; DE MUMBRUM & JACKSON, 1956a; SEATZ & JURINAK, 1957) propuseram teorias para explicar a fixação do Zn pelas argilas.

No que se refere à influência do limo, apenas dois trabalhos foram encontrados e, mesmo neles, não foi tratado dessa fração isoladamente, mas do efeito conjunto de limo e argila.

No primeiro deles, RANDHAWA & KANWAR (1964) encontraram uma correlação estreita entre os teores de Zn total e a soma dos teores de limo e argila em 41 amostras de solos da Índia. No segundo, RANDYOPADHYA & ADHIKARI (1968) não encontraram correlação entre os conteúdos de limo mais argila e as quantidades de Zn extraídas com solução neutra e normal de acetato de amônio.

Não foi encontrada, na literatura examinada, nenhuma referência sobre a influência da areia em relação à fixação do Zn pelo solo.

#### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizadas 30 amostras de solo, sendo 20 do Estado de São Paulo, 4 do Estado de Goiás e 6 do Estado de Mato Grosso. Os teores de argila, limo e areia das mesmas se encontram na Tabela 1.

TABELA 1 – Teores de argila, limo e areia dos solos utilizados no ensaio (método da pipeta).

Solo	Porcentagem na T.F.S.A.		
	Areia	Limo	Argila
1	68,4	9,3	22,3
2	79,6	15,1	5,3
3	74,9	5,1	20,0
4	86,1	9,5	4,4
5	24,2	20,1	55,7
6	58,3	12,6	29,1
7	78,1	7,6	14,3
8	85,2	3,9	10,9
9	88,5	2,6	8,9
10	81,8	4,4	13,8
11	35,7	29,3	35,0
12	58,9	19,0	22,1
13	35,6	38,2	26,2
14	5,5	52,3	42,2
15	58,2	18,7	23,1
16	46,4	29,3	24,3
17	21,8	43,1	35,1
18	41,6	44,8	13,6
19	31,7	43,9	24,4
20	40,9	43,4	15,7
21	58,6	14,4	27,0
22	37,6	46,2	16,2
23	24,5	62,3	13,2
24	89,3	2,7	8,0
25	30,4	57,0	12,6
26	56,4	26,8	16,8
27	32,8	26,5	40,7
28	34,8	31,8	33,4
29	65,0	28,9	6,1
30	85,4	5,4	9,2

Porções de 10 g de T.F.S.A. foram transferidas para frascos de Erlenmeyer de 250 ml, adicionando-se, a seguir, 4 ml de uma solução contendo, nesse volume, 100  $\mu\text{g}$  de Zn inerte sob a forma de sulfato e 0,70  $\mu\text{c}$  de  $^{65}\text{Zn}$  sob a forma de cloreto.

Os frascos foram cobertos com papel de filtro e deixados em repouso durante 20 dias sob as condições normais de laboratório. Após esse período, procedeu-se à extração do Zn utilizando-se 20 ml de uma solução 0,01 M em EDTA e 1 M em  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  ajustada a pH 8,6, de acordo com a técnica empregada por TRIERWEILLER & LINDSAY (1969).

Alíquotas de 5 ml dos extratos foram transferidas para tubos de ensaio a fim de se proceder à determinação das atividades do Zn nelas contido, em contador por cintilação sólida. Na mesma ocasião, determinou-se a atividade do  $^{65}\text{Zn}$  contido em 5 ml da solução original e que serviu como padrão.

A partir das contagens efetuadas sobre os padrões e extratos foram calculadas as quantidades de Zn extraídas. As diferenças entre as quantidades aplicadas e as extraídas foram consideradas como fixadas, de acordo com o conceito exposto por KARDOS (1955).

Foram feitos estudos de correlação e calculadas as equações de **regressão linear** entre as quantidades de Zn fixadas e as características granulométricas dos solos, de acordo com PIMENTEL GOMES (1970, pág. 295-313).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de Zn fixadas por 10 g de cada um dos solos empregados estão apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2 - Quantidades de Zn fixadas pelos diversos solos.

Solo	Quantidades de Zn fixadas $\mu\text{g}/10\text{ g de T.F.S.A.}$
1	11,62
2	9,47
3	12,43
4	6,98
5	17,43
6	16,69
7	10,76
8	12,84
9	14,43
10	9,06
11	18,15
12	30,86
13	27,05
14	36,62
15	20,89
16	30,30
17	15,95
18	20,23
19	14,81
20	24,09
21	22,21
22	26,19
23	37,29
24	11,19
25	18,14
26	30,80
27	18,51
28	24,09
29	7,72
30	12,43

Confrontando-se os dados das Tabelas 2 e 1 pôde-se determinar o seguinte:

- a – Existe uma correlação negativa e significativa ao nível de 1%, caracterizada por um coeficiente de correlação  $r = 0,67^{**}$ , entre os teores de areia das terras e as quantidades de Zn fixadas. A equação de regressão linear encontrada ligando essas variáveis é:

$$y = 31,58 - 0,23 x$$

em que  $y$  representa as quantidades de Zn fixadas, em  $\mu\text{g}$ , e  $x$  as porcentagens de areia.

- b – Contrariamente, com referência à fração limo, a correlação é positiva, sendo o seu coeficiente  $r = 0,63^{**}$ , significativo a 1%. A equação de regressão linear, neste caso, é a seguinte:

$$y = 11,45 + 0,30 x$$

onde  $y$  é o número de  $\mu\text{g}$  de Zn fixado e  $x$  o teor porcentual de limo.

- c – Também no que tange à fração argila o coeficiente de correlação é positivo,  $r = 0,36^*$ , porém, significativo ao nível de 5%. A equação de regressão é:

$$y = 13,96 + 0,24 x$$

nela,  $y$  é a quantidade, em  $\mu\text{g}$ , de Zn fixada e  $x$  o teor de argila, em porcentagem.

Na literatura consultada não foram encontradas referências relativas à influência do limo e da areia sobre a fixação de Zn pelo solo.

RANDHAWA & KANWAR (1964) levaram em consideração o conteúdo de limo do solo, mas este juntamente com o conteúdo de argila. Esses pesquisadores constataram íntima correlação ( $r = 0,55^{**}$ ) entre os teores de Zn total e a soma dos teores de limo e de argila em 41 amostras de solo da Índia, o que pode, até certo ponto, ser interpretado como influências dessas frações granulométricas sobre a capacidade de fixação de Zn pelo solo.

Vários autores têm mencionado que a argila contribui para intensificar a capacidade do solo de fixar Zn em forma não disponível às plantas (CAMP, 1945; MALAVOLTA et al., 1967, pág. 38; MELLO et al., sem data, pág. 248).

A fixação do Zn pelas argilas tem sido explicada de diversas maneiras. Elgabaly & Jenny (1943), citados por HODGSON (1963) concluíram que o Zn penetra a camada octaédrica dos cristais de argila.

De acordo com a dedução de ELGABALY (1950), o Zn pode penetrar a camada octaédrica das argilas silicatadas contendo Al ocupando, porém, as cavidades não preenchidas por este íon. Em minerais que possuem Mg na referida camada, o Zn pode substituir estes cátions, quando expostos nos bordos do cristal (ver também THORNE,

1957). Julga, ainda, o autor mencionado, que o Zn trocável é capaz de adentrar profundamente a dupla camada elétrica do colóide em foco de modo a tornar impossível a sua substituição. Essas observações conduziram ELGABALY (1950) à suposição de que os solos que contêm argilas com baixa relação Si/Mg, podem fixar Zn em formas não prontamente disponíveis às plantas.

SEATZ & JURINAK (1957) explicam que a forte atração exercida pelas argilas sobre o Zn se deve, em grande parte, à semelhança existente entre os íons  $Zn^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  no que respeita ao raio iônico e à carga elétrica. Isso permite ao primeiro substituir o segundo na superfície da grade cristalina. Dizem, ainda, que as inferências baseadas no conhecimento da estrutura eletrônica, pequenez e carga do íon  $Zn^{2+}$  permitem predizer, que ele poderá ser fortemente adsorvido por argilas e outros minerais do solo.

Os estudos de DE MUMBRUM & JACKSON (1956) indicaram que o Zn também pode reagir com os grupos  $OH^-$  pertencentes à camada silicatada dos cristais de argila.

De acordo com o que foi exposto, pode-se inferir que a capacidade de fixação de Zn dos solos aumenta à medida que aumentam os teores de argila e de limo e decresce à medida que se elevam os teores de areia.

Num resumo de revisão bibliográfica, BARROWS et al. (1960) dizem que a argila realiza uma função importante na disponibilidade do Zn. Este não é adsorvido igualmente bem e pelos mesmos mecanismos sobre todos os argilo-minerais. Ele pode ocupar ou não áreas de troca; pode ser adsorvido como íon monovalente, aumentando a capacidade de adsorção de ânions; pode ocupar cavidades expostas na camada octaédrica; o Zn pode também substituir íons  $Mg^{2+}$  que ocupam posições na camada octaédrica da grade cristalina e, por sua vez, ser parcialmente substituído por Mg adicionado. Tal substituição ajuda a explicar os resultados de experimentos em que adição de Mg elevaram a absorção de Zn.

Conforme cita THORNE (1957), a íntima relação que existe no que concerne à adsorção de Zn e Mg está de acordo com os resultados encontrados por MERRIL et al. (1953) que constataram maiores teores de Mg ou de Zn em folhas de plantas de tungue desenvolvidas em solos tratados com Zn ou Mg, respectivamente.

## CONCLUSÕES

Este trabalho foi realizado para se verificar as influências das frações granulométricas do solo sobre a capacidade de fixação de Zn pelo mesmo.

Porções de 10 g de 30 amostras de solos de diversas procedências foram transferidas para frascos de Erlenmeyer de 250 ml, adicionando-se, a seguir, 4 ml de uma solução contendo 100  $\mu$ g de Zn inerte e 0,70  $\mu$ c de  $^{65}Zn$ .

Após 20 dias de incubação fez-se a extração do Zn com 20 ml de uma solução 1 M em  $(NH_4)_2CO_3$  e 0,01 M em EDTA. Alíquotas de 5 ml dos extratos foram passadas para tubos de ensaio, para se determinar a atividade do  $^{65}Zn$  contido nas mesmas, em contador de cintilação. A partir dos dados obtidos e da contagem procedida sobre uma solução padrão procedeu-se ao cálculo das quantidades de Zn fixadas pelas terras.

Os resultados obtidos permitem concluir que as frações argila e limo participaram da fixação de Zn pelo solo; a areia não.

#### SUMMARY

### EFFECT OF THE GRANULOMETRIC FRACTIONS ON THE FIXATION OF ZINC BY SOILS

This paper was carried out in order to verify the effects of the clay, silt and sand soil fractions on zinc fixation by soils.

Ten grams each of 30 samples of different soils were placed in a 250 ml Erlenmeyer flask and 4 ml of solution containing 100  $\mu\text{g}$  of inert Zn and 0.70  $\mu\text{c}$  of radioactive  $^{65}\text{Zn}$  were added. After 20 days of incubation, Zn was extracted with 20 ml of 0.01 M EDTA solution made 1 M with respect to  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . An aliquot of 5 ml of the extract was transferred to a test-tube and radioactivity of  $^{65}\text{Zn}$  in it was measured with a scintillation counter. Quantity of fixed Zn by the different soils was calculated from the data obtained and counting made on the standard solution.

It was concluded that clay and silt took part of the Zn fixation by the soil, but not the sand.

#### LITERATURA CITADA

- BANDYOPADHYA, A.K. & ADHIKARI, M., 1968. Trace element relationships in rice soils: 1. Alluvial soils of west Bengal. *Soil Sci.*, 105:224-247.
- BARROWS, H.L., NEFF, M.S. & GAMMON JR., N., 1960. Effect of soil type on mobility of zinc and on its availability from zinc sulfate do tung. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 24:367-372.
- BROWN, A.L., 1950. Zinc relationships in Aiben clay loams. *Soil Sci.*, 69:349-358.
- CAMP, A.F., 1945. Zinc as a nutrient in plant growth. *Soil Sci.*, 60:157-164.
- DE MUMBRUM, L.E. & JACKSON, M.L., 1956a. Copper and zinc exchange from dilute neutral solutions by soil colloidal electrolytes. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 20:334-337.
- DE MUMBRUM, L.E. & JACKSON, M.L., 1956b. Infrared absorption evidence on exchange reaction mechanism of copper and zinc with layer silicate clays an peat. *Soil Sci. Am. Proc.*, 20:234-237.
- DROSDOFF, M., JENNY, H. & OVERSTREET, R., 1943. Effect of type of clay mineral on the uptake of zinc and potassium by barley roots. *Soil Sci.*, 55:257-263.
- DROSDOFF, M., 1954. Effect of soil type fertilizers treatment on minor element nutrition of tung trees. *Soil Sci. Soc. Florida Proc.*, 14:37-46.
- ELGABALY, M.M., 1950. Mechanism of zinc fixation by colloidal and related minerals. *Soil Sci.*, 69:167-174.
- HIBBARD, P.L., 1940. The chemical studies of zinc in the soil with methods of analysis. *Hilgardia*, 13:1-29.
- HODGSON, J.F., 1963. Chemistry of the micronutrient elements in soils. *Adv. Agr.*, 15:119-159.

- KARDOS, L.T., 1955. IN: Chemistry of the Soil. Editado por F.E. Bear, Reinhold Publishing Corporation, New York.
- MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELLO, F.A.F. & BRASIL SOBRINHO, M.O.C., 1967. Em: Nutrição Mineral de Algumas Culturas Tropicais. Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 251 p.
- MELLO, F.A.F., BRASIL SOBRINHO, M.O.C., ARZOLLA, S., COBRA NETTO, A. & SILVEIRA, R.I., sem data. Em: Fertilidade, Fertilizantes e Fertilização do Solo. Volume I: Fertilidade do Solo. Editora Luiz de Queiroz Ltda., Piracicaba.
- NELSON, J.L. & MELSTED, S.W., 1955. The chemistry of zinc added to soil and clays. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 19:439-443.
- PIMENTEL GOMES, F., 1970. Em: Curso de Estatística Experimental, 4ª Edição. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- RANDHAWA, N.S. & KANWAR, J.S., 1964. Zinc, copper and cobalt status of Punjab soils. Soil Sci., 98:403-407.
- SEATZ, L.F. & JURINAK, J.J., 1957. Zinc and soil fertility. Soil, the 1957 Yearbook of Agriculture, pags. 115-121.
- THORNE, W., 1957. Zinc deficiency and its control. Adv. Agr., 9:31-65.
- TRIERWELLER, J.F. & LINDSAY, W.L., 1959. EDTA - ammonium carbonate soil test for zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 33:49-53.