

# BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 34

Campinas, março de 1975

N.º 5

## ZINCO EM SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

### I — ZINCO TOTAL (1)

J. M. A. S. VALADARES (2), *Seção de Pedologia, Instituto Agrônomo, e R. A. CATANI, Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP*

#### SINOPSE

Determinou-se o zinco total, com ataque perclórico-fluorídrico e espectrofotometria de absorção atômica, em 227 amostras de 28 perfis pertencentes a 14 unidades representativas dos solos de São Paulo.

O material de origem foi o fator preponderante a condicionar os teores de zinco dos solos. Os solos derivados de rochas básicas, os mais ricos em zinco, têm os teores médios ponderados dos horizontes A de seus perfis compreendidos entre 87 e 315 ppm; os derivados de materiais aluviais e coluviais, 53 e 84 ppm; os derivados de sedimentos modernos, entre 29 e 65 ppm; os derivados do arenito Bauru, entre 16 e 30 ppm; os derivados de sedimentos modernos arenosos, entre 1 e 17 ppm, os mais pobres em zinco.

Observou-se boa correlação ( $r = 0,79^{**}$ ) entre os teores de zinco e os de óxidos de ferro dos solos.

### 1 — INTRODUÇÃO

O zinco é um dos micronutrientes essenciais para a nutrição das plantas, e a sua falta no solo afeta o desenvolvimento delas. Como são escassas as informações referentes ao zinco em solos do Estado de São Paulo, o presente trabalho visa à obtenção de dados básicos, para o que, nesta primeira fase, se faz o levantamento do teor de zinco total em amostras de horizontes e camadas de perfis das principais unidades de solos de

(1) Parte de tese de doutoramento apresentada pelo primeiro autor, em dezembro de 1972, à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. Trabalho apresentado no XIV Congresso bras. Ciência do Solo, Santa Maria, RS, de 16 a 23 de julho de 1973. Recebido para publicação em 27 de agosto de 1974.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

São Paulo. Como apenas o teor total não permite prever a disponibilidade do zinco para as plantas, numa fase posterior será feita a determinação do teor de zinco extraído do solo por extratores apropriados, utilizados para esse fim específico.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas 227 amostras de 28 perfis de 14 das principais unidades de solos do Estado de São Paulo (13) (PV, Pln, Pml, TE, LRe, LRd, LE, LEa, LV, LVa, LH, R, Hi e Li bas), já caracterizados em trabalho anterior (18).

As amostras dos vários horizontes de cada perfil foram coletadas com caneca de plástico e colocadas em sacos de polietileno. Secou-se ao ar e peneirou-se em peneira de plástico com malha de 2 mm. Para a determinação do zinco total, uma subamostra de cerca de 10 g foi finamente pulverizada em almofariz de ágata, até obtenção de pó impalpável.

O método utilizado na extração do zinco total foi o do ataque perclórico-fluorídrico, e baseou-se no descrito por Hanna (4). Utilizou-se 0,500 g de amostra finamente pulverizada, colocou-se em cápsula de porcelana e incinerou-se em mufla a 450°C durante 4 horas, para destruir a matéria orgânica. Em seguida, passou-se a amostra para um copo de Teflon, umedeceu-se com água desionizada e atacou-se com 2 ml de  $\text{HClO}_4$  e 5 ml de HF, repetindo este ataque uma ou duas vezes, conforme o digerido se tenha apresentado límpido ou turvo. Levou-se à secura, adicionaram-se 4 ml de  $\text{HCl}$  6N, cerca de 10 ml de água desionizada, e aqueceu-se até completa dissolução do resíduo. Passou-se para balão de 50 ml e completou-se o volume com água desionizada. Foram feitas três repetições de cada amostra e conduziram-se ensaios em branco.

A determinação de zinco no extrato ácido foi feita por espectrofotometria de absorção atômica (1), com aparelho Perkin-Elmer, mod. 290B, utilizando chama de ar-acetileno. Os padrões de zinco, os quais continham 0, 1,5 e 3,0 ppm desse elemento, foram preparados a partir de uma solução intermediária de 30 ppm. A solução-estoque, de 1000 ppm, foi obtida dissolvendo-se 1,000 de zinco metálico em  $\text{HCl}$  e completando o volume a 1 litro com água desionizada.

Os teores ponderados dos horizontes foram obtidos somando-se os produtos dos teores dos sub-horizontes pelas respectivas espessuras e dividindo-se essa soma pela espessura do horizonte.

## 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos constam do quadro 1. Os teores de zinco total dos solos analisados são semelhantes aos obtidos em solos dos USA (6,

16, 17, 22), da URSS (7, 20, 23), do Paquistão (21), da Índia (9, 11), da União Sul-africana (14), da Austrália (10), do Brasil (12), e inferiores aos de alguns solos de Madagascar (5) e de Angola (3).

O material de origem foi o fator preponderante no condicionamento dos teores de zinco total dos solos, o que é evidenciado pelo agrupamento em função do material de origem, apresentado no quadro 1. Os solos derivados de rochas básicas apresentaram os teores mais elevados de zinco total, fato já observado por outros autores (5, 20). A maior riqueza em zinco, dos solos derivados de rochas básicas, deve-se ao fato de essas rochas constituírem material de origem mais rico em zinco que os demais (20). Pelos resultados obtidos, pode-se observar que, na terra roxa estruturada e latossolo fase substrato basalto, os teores de zinco nos solos são superiores aos das rochas que lhes deram origem, fato já observado por Oertel (10), em solos derivados de basalto, na Austrália.

Na região de Ribeirão Preto, foram coletados perfis de quatro unidades diferentes: Li-bas (P-1059), TE (P-1103), LRe P-1099) e LRd (P-1057), cujos materiais de origem são derivados de rochas básicas; os teores de zinco total dos quatro perfis são muito diferentes entre si, e são consequência dos processos de alteração a que as rochas foram submetidas.

Os solos derivados de sedimentos modernos arenosos são os que apresentam o mais baixo teor médio de zinco total. A pobreza em zinco, dos solos arenosos, já havia sido constatada por Vinogradov (20) e Wahhab & Bhatti (21); o baixo teor em zinco dos solos derivados de sedimentos modernos arenosos decorre do fato de o material de origem, já retrabalhado, ter sua fração grosseira essencialmente constituída de quartzo e não apresentar minerais ricos em zinco (13).

Observando os valores do quadro 1 verifica-se que a terra roxa estruturada apresenta uma diminuição dos teores de zinco total do horizonte A para o B. A diminuição dos teores de zinco com a profundidade já havia sido assinalada por outros autores (10, 20). Observou-se a existência de um coeficiente de correlação  $r = 0,95^{**}$  entre os teores de areia e zinco, fato que pode ser explicado pela fração grosseira da terra roxa estruturada apresentar ilmenita e magnetita, minerais ricos em zinco (13, 20). O latossolo roxo apresenta o teor de zinco do horizonte A semelhante ao do horizonte B, explicável pela semelhança de composição entre os dois horizontes. Os podzolizados de Lins e Marília, var. Marília, o latossolo vermelho-escuro fase arenosa e o latossolo vermelho-amarelo húmico apresentam um aumento do teor de zinco do horizonte A para o B, fato já constatado em solos da União Sul-africana por Stanton e Burger (14).

Foi calculada a correlação entre os teores de zinco e os de  $Fe_2O_3$ , extraídos do solo pelo ataque sulfúrico (19), obtendo-se  $r = 0,79^{**}$ ; outros autores (8, 15) também obtiveram boa correlação entre os teores de zinco e os de óxidos de ferro.

Foi calculada a correlação entre os teores de zinco e os de matéria orgânica, expressa em carbono, não tendo sido obtida correlação satisfatória, já que  $r = 0,20$ . Hervieu e Nalovic (5) e Tucker & Kurtz (17) também não encontraram boa correlação entre os teores de zinco e os de carbono. ,

QUADRO 1. — Teores médios, ponderados, de zinco total em perfis das principais unidades de solos de São Paulo

UNIDADE	Perfil	Horizonte	Espessura	Zinco
			cm	ppm
<b>I — Solos derivados de rochas básicas</b>				
Litossolo fase substrato basalto .....	P-1059	A	13	315,3
		AC	12	282,7
		C	55	206,3
Terra roxa estruturada .....	T-5686	A	20	211,3
		R		202,3
Terra roxa estruturada .....	P-1103	A	30	247,6
		B	96	173,5
		C	29	164,0
	P-1114	A	15	161,3
		B	255	130,7
		T*	100	131,7
Latossolo roxo eutrófico .....	P-1099	A	41	205,3
		B	159	214,9
		T	100	218,0
Latossolo roxo eutrófico .....	P-1118	A	34	150,8
		B	236	140,9
		T	100	164,5
Latossolo roxo distrófico .....	P-1057	A	28	87,0
		B	172	87,5
		T	300	90,7
	P-1065	A	43	178,4
		B	117	178,4
		T	100	174,5
<b>II — Solos derivados de materiais aluviais e coluviais</b>				
Hidromórfico .....	P-1061	A	15	53,0
		Cg	165	78,5
Hidromórfico .....	P-1062	A	25	84,2
		Cg	125	100,1
<b>III — Solos derivados de sedimentos modernos</b>				
Latossolo vermelho-escuro orto .....	P-1090	A	36	61,8
		B	144	55,8
		T	320	67,5
Latossolo vermelho-escuro orto .....	P-1115	A	20	65,2
		B	310	50,7
		T	100	49,5
Latossolo vermelho-amarelo orto .....	P-1031	A	32	60,4
		B	328	41,9
		C	540	51,9
		R		57,0

\* T = Tradagem.

QUADRO 1. — (Continuação)

UNIDADE	Perfil	Horizonte	Zinco	
			Espessura cm	ppm
Latossolo vermelho-amarelo húmico ....	P-1117	A	77	33,0
		B	183	35,3
		T	100	33,0
Podzólico vermelho-amarelo orto .....	P-1063	A	210	46,4
		B	70	53,0
		T	270	51,4
Podzólico vermelho-amarelo orto .....	P-1097	A	179	29,4
		B	111	34,5
		T	100	31,2
Podzólico vermelho-amarelo orto .....	P-1016	A	16	35,0
		B	84	33,4
		C	90	37,0
		R		24,0
Podzólico vermelho-amarelo orto .....	P-1064	A	42	30,9
		B	78	33,0
		C	50	21,0
IV — Solos derivados de arenito Bauru				
Podzolizados de Lins e Marília v. Lins. .	P-993	A	49	30,4
		B	131	22,9
		T	320	13,9
Podzolizados de L. e Marília v. Marília	P-1120	A	34	21,4
		B	206	26,7
		T	100	25,7
Podzolizados de L. e Marília v. Marília	P-1085	A	72	16,4
		B	123	25,2
		T	155	20,0
		C	30	27,0
Podzolizados de L. e Marília v. Marília	P-1089	A	111	17,3
		B	99	25,2
V — Solos derivados de sedimentos modernos arenosos				
Latossolo vermelho-escuro f. arenosa .	P-1113	A	28	9,6
		B	222	14,3
		T	100	15,0
Latossolo vermelho-escuro f. arenosa .	P-1119	A	34	8,3
		B	306	13,8
		T	100	15,4
Latossolo vermelho-amarelo f. arenosa .	P-1104	A	54	17,2
		B	286	16,3
		T	100	16,7
Regossolo .....	P-1116	A	50	5,0
		B	300	6,9
		T	100	6,7
Regossolo .....	P-1096	A	98	6,4
		B	132	5,1
Regossolo .....	P-1111	A	40	1,0
		B	195	3,8
		T	50	4,8

#### 4 — CONCLUSÕES

a) Os teores de zinco total dos solos são primordialmente condicionados pelos teores de zinco dos materiais de origem. Os solos derivados de rochas básicas são os mais ricos em zinco, e os derivados de sedimentos modernos arenosos os mais pobres.

b) Numa mesma região geográfica, solos derivados de rochas básicas apresentam teores de zinco total diferentes, consequência dos processos de alteração a que as rochas foram submetidas.

c) A terra roxa estruturada apresenta uma diminuição do teor de zinco do horizonte A para o B; os latossolo vermelho-escuro fase arenosa, podzolizados de Lins e Marília, var. Marília, e latossolo vermelho-amarelo húmico apresentam aumento do teor de zinco do horizonte A para o B.

d) O teor de óxido de ferro do solo foi a característica que melhor se correlacionou com os teores de zinco total ( $r = 0,79^{**}$ ).

### ZINC IN SOILS OF THE STATE OF SÃO PAULO

#### 1 — TOTAL ZINC

#### SUMMARY

Determinations of total zinc, extracted with  $\text{HF-HClO}_4$ , were carried out in 227 samples of 28 profiles of 14 soil units of the State of São Paulo, using the atomic absorption spectrophotometry.

The amount of zinc found in the different soils was mainly determined by the zinc content of the soil forming material.

In soils derived from basic igneous rocks, those richest in zinc, the weighted average contents of their A horizons were between 87 and 315 ppm; in those derived from alluvial and coluvial materials the contents were 53 and 84 ppm; in those derived from modern sediments the contents were between 29 and 65 ppm; in those derived from Bauru sandstone the contents were between 18 and 30 ppm and in those derived from modern sandy sediments, the contents were between 1 and 17 ppm.

A significant correlation ( $r = 0,79^{**}$ ) was determined between the  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and the total zinc contents in the studied soils.

#### LITERATURA CITADA

1. ALLAN, J. E. The determination of zinc in agricultural materials by atomic absorption spectroscopy. *Analyst* 86:530-534, 1961.
2. BRADFORD, G. R.; ARKLEY, R. J. & BAIR, F. K. Total contents of nine mineral elements in fifty selected Benchmark soil profiles of California. *Hilgardia* 38:541-556, 1967.

3. FRAGOSO, M. A. C. Microelementos em solos de Angola. Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar, 1959. 238p.
4. HANNA, W. J. Methods for chemical analysis of soils. In: BEAR, F. E., ed. Chemistry of the soil. New York, Reinhold, 1967. p.474-502.
5. HERVIEU, J. & NALOVIC, Lj. Dosage des éléments cobalt, nickel, cuivre et zinc et leur distribution dans quelques types de sols de Madagascar. Cah. ORSTOM, ser. Ped. 3:237-265, 1965.
6. HIBBARD, P. L. The chemical status of zinc in the soil with methods of analysis. Hilgardia 13:1-29, 1940.
7. KHOKHLOVA, T. I. Content and distribution of microelements in the soils of the Kuznetsh forest steppe. Sov. Soil Sci. 1:47-53, 1967.
8. LE RICHE, H. H. & WEIR, A. H. A method of studying trace elements in soil fractions. J. Soil Sci. 14:225-236, 1963.
9. NAIR, G. G. K. & METHA, B. V. Status of zinc in soils of Western India. Soil Sci. 87:155-160, 1959.
10. OERTEL, A. C. Relation between trace elements concentration in soils and parent material. J. Soil Sci. 12:119-128, 1961.
11. RANDHAWA, N. S. & KANWAR, J. S. Zinc, copper and cobalt status of Punjab soils. Soil Sci. 96:403-407, 1964.
12. SANTANA, C. L. L. Formas totales y disponibles de cinc, cobre, manganeso, hierro y molibdeno en suelos de la region cacotera de Bahia, Brasil. Turrialba, IICA, 1971. 112fls. (Tesis de Grado de Magister Scientiae.)
13. SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1960, 634p. (Bol. 12)
14. STANTON, D. A. & BURGER, R. du T. Studies on zinc in selected Orange Free State soils. 1 — An assessment of the zinc status of selected surface soils. S. Afr. J. agric. Sci. 9:601-616, 1966.
15. ——— & ———. Studies on zinc in selected Orange Free State soils. 2 — Distribution of zinc in selected soil profiles and in particle size fractions. S. Afr. J. agric. Sci. 9:809-821, 1966.
16. THORNE, D. W.; LAWS, W. D. & WALLACE, A. Zinc relationships of some Utah soils. Soil Sci. 54:463-468, 1942.
17. TUCKER, T. C. & KURTZ, L. T. A comparison of several chemical methods with the bio-assay procedure for extracting zinc from soil. Proc. Soil Sci. Soc. Am. 19:477-481, 1955.
18. VALADARES, J. M. A. S. O zinco em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1972. 72fls. (Tese de doutoramento)
19. VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Bol. 7)
20. VINOGRADOV, A. P. The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils. New York, Consultants, 1959. 209p.
21. WAHHAB, A. & BHATTI, H. M. Trace element status of some West Pakistan soils. Soil Sci. 86:319-323, 1958.
22. WOLTZ, S.; TOTH, S. J. & BEAR, F. E. Zinc status of New Jersey soils. Soil Sci. 76:115-122, 1953.
23. ZYRIN, N. G. Distribution and variation of the content of micro elements in the soils of Russian plain. Sov. Soil Sci. 7:933-942, 1968.