

ZINCO EM ALGUNS SOLOS DE PIRACICABA *Avaliação por Testes Biológicos*

M.O.C. Brasil Sobrinho (1)

O. Freire (1)

R.I. Silveira (1)

INTRODUÇÃO

A deficiência de zinco disponível no solo vem sendo observada com frequência cada vez maior, podendo ser considerada uma das deficiências de micronutrientes mais comumente encontradas em todo o Mundo.

Os sintomas de deficiência apresentados pelas culturas variam de simples clorose até sérios distúrbios metabólicos que chegam a comprometer a produção.

No município de Piracicaba, já foram identificados casos de deficiência de zinco em culturas de café, de citros e de milho, embora não tenha sido observada na cana-de-açúcar, que é a cultura predominante na região.

O objetivo deste trabalho é avaliar a quantidade de zinco disponível nos principais solos de Piracicaba através de ensaios biológicos. Pretende-se que os resultados obtidos possam ser comparados com os de ensaios microbiológicos e químicos para que se compreenda de forma mais ampla o controle edafológico da concentração desse micronutriente e para a avaliação inicial dos seus níveis de disponibilidade às plantas.

(1) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ensaios biológicos, para avaliação da disponibilidade de nutrientes vegetais no solo, empregam sempre uma planta, cuja sensibilidade à escassez do elemento em estudo tenha sido comprovada. Os testes dessa natureza podem ser realizados em casa-de-vegetação e no campo.

BROWN & KRANTZ (1961) realizaram ensaios em casa-de-vegetação, acompanhados da análise química do zinco disponível pelo método da ditizona e acetato de amônio, com 55 solos diferentes. Estes autores observaram uma estreita correlação entre os resultados da análise química com as respostas do milho, que foi utilizado como planta-teste. Os autores estabeleceram a quantidade de 0,55 ppm de zinco como o nível crítico para o desenvolvimento do milho.

BROWN, KRANTZ & MARTIN (1962) realizaram um experimento com milho, em casa-de-vegetação, para correlacionar a quantidade de zinco disponível no solo com a resposta das plantas e com a quantidade do elemento nas folhas. Estes autores observaram que o desenvolvimento das plantas apresentou correlação com o zinco disponível adicionado ao solo e que a quantidade deste elemento nas folhas pode ser utilizada como um critério para a avaliação de níveis de zinco disponível no solo.

VIETS *et alii* (1953), em experimentos com milho, observaram que plantas normais apresentavam quantidades maiores de zinco do que as plantas com sintomas de deficiência moderada, em três estágios de desenvolvimento. Tanto no caso das plantas normais quanto no das plantas deficientes, as folhas superiores eram mais ricas de zinco do que as folhas inferiores.

Estes autores sugeriram que o tecido foliar mostre, com mais sensibilidade do que as outras partes da planta, as deficiências de Zinco.

MATERIAL E MÉTODO

Material

Solos

O objeto de estudo deste trabalho é constituído por amostras dos horizontes superficiais de perfis de solo representativos de dezesseis séries do Município de Piracicaba, identificadas e mapeadas por RANZANI, FREIRE & KINJO (1966).

As séries estudadas foram as seguintes: Ribeirão Claro, Tanquinho, Cruz Alta, Sertãozinho, Luiz de Queiroz, Serrote, Pau d'Alho, Ibitiruna, Godinhos, Artemis, Bairrinho, Monte Olimpo, Paredão Vermelho, Anhumas, Iracema e Guamium.

Método

Avaliação do zinco disponível

A avaliação do zinco disponível foi feita pelo método biológico, utilizando-se duas espécies vegetais:

a - girassol (*Helianthus annuus* L., var. semente preta).

b - milho (*Zea mays* L., var. doce de Cuba).

Em ambos os casos, os critérios para avaliação do zinco disponível foram a altura e o peso das plantas.

Foi determinada a altura das plantas de girassol de 15 em 15 dias, até o 60.º dia após a sementeira, quando as plantas foram colhidas e pesadas, depois de secas em estufa a 70-80°C

Foi medida a altura das plantas de milho no 60.º e 75.º dia após a sementeira. Após o período de 75 dias, as plantas foram colhidas e pesadas antes e depois de secas em estufa a 70-80°C.

Preparo da solução nutritiva

A solução nutritiva fornecida ao girassol e ao milho foi preparada de acordo com Colwell (BRASIL SOBR.º, 1965), com substâncias previamente purificadas em relação ao zinco.

A composição da solução nutritiva foi a seguinte:

componentes	ml/litro da solução
KH_2PO_4 M	0,5
K_2HPO_4 0,4M	2,5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ M	7,0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ M	7,0

micronutrientes	g/litro da solução
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,08
$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,81
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,02
H_3BO_4	0,02
Quelato de Ferro	4,10

Preparo da solução contendo zinco

As doses de zinco aplicadas ao solo dos experimentos com girassol e com milho foram preparadas a partir de uma solu-

ção de Sulfato de Zinco, cuja concentração do elemento era de 100 ppm.

Delineamento experimental

a - Experimento com girassol

O experimento com girassol foi um fatorial 16 x 7, conduzido com 3 repetições. Os fatores foram os seguintes: horizonte superficial das 16 séries estudadas; e 7 doses crescentes de zinco.

As doses de zinco aplicadas na 1.^a, 2.^a e 3.^a semana, em cada tratamento, foram as seguintes:

Tratamento	Aplicação de Zn (mg)			
	Zn/vaso	1. ^a semana	2. ^a semana	3. ^a semana
1	0	0	0	0
2	1,125	0,042	0,042	0,042
3	0,250	0,084	0,084	0,084
4	0,375	0,126	0,126	0,126
5	0,500	0,168	0,168	0,168
6	0,750	0,252	0,252	0,252
7	1,000	0,336	0,336	0,336

b - Experimento com milho

O experimento em que se utilizou o milho como planta-teste foi, também, um fatorial 16 x 7, conduzido com 3 repetições. Os fatores foram os mesmos do experimento anterior e as doses de zinco, fornecidas em duas aplicações, foram as seguintes:

Tratamento	Aplicação de Zn (mg)		
	Zn/vaso	1. ^a aplicação	2. ^a aplicação
1	0	0	0
2	2	1	1
3	4	2	2
4	8	4	4
5	12	6	6
6	16	8	8
7	32	16	16

Instalação dos experimentos

Os experimentos com girassol e com milho foram instalados em dois lotes, em casa-de-vegetação, de forma que os va-

os correspondentes a cada tratamento ocupassem lugares ao acaso.

a - Experimento com girassol

Foram utilizados vasos de polítileno contendo 500g de terra do horizonte superficial de cada série de solo estudada.

Após irrigação com água desionizada, foram plantadas as sementes de girassol de acordo com a técnica descrita por BRASIL SOBR.^o (1965).

Até o 15.^o dia após a germinação, os tratamentos receberam aplicações de solução nutritiva em dias alternados e daí até o 60.^o dia, receberam aplicações diárias.

As doses de zinco, variando de 0 a 2 ppm, foram fornecidas em 3 aplicações semanalmente espaçadas, a partir da primeira semana após o plantio, em quantidades correspondentes a cada tratamento.

b - Experimento com milho

Foram utilizados vasos de polítileno contendo 2 kg de terra do horizonte superficial de cada série de solo estudada.

A técnica utilizada foi a de BROWN *et alii* (1972).

Após o desbaste, que foi feito no 10.^o dia após a germinação, os tratamentos receberam, em dias alternados, 50 ml da solução nutritiva.

As irrigações foram feitas com água desionizada, em quantidade que não excedesse à capacidade de campo.

O fornecimento de zinco foi feito em duas aplicações: a primeira, 15 dias após o plantio e a segunda, 25 dias após o plantio. As quantidades utilizadas variaram de 0 a 16,0 ppm, de acordo com o tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos, dos experimentos executados pelo método biológico para avaliar o zinco disponível dos horizontes superficiais dos perfis representativos de 16 séries do Município de Piracicaba e para avaliar suas respostas à aplicação de doses de zinco, estão apresentados a seguir.

Experimento com girassol

O girassol é uma planta muito utilizada para experimentos em vaso com a finalidade de se avaliar a disponibilidade de vários nutrientes, dentre os quais o nitrogênio, o fósforo, o po-

tássio, o magnésio, o enxofre e o boro (SHUSTER & STEPHENSON, 1940; COLWELL, 1943; VANDENCAVEYS, 1948; FRANCO, 1957; BRASIL SOBR.^o, 1965).

Por apresentar as vantagens demonstradas por esses autores, o girassol foi escolhido, também, para os ensaios para a avaliação da resposta dos horizontes superficiais dos perfis representativos das dezesseis séries estudadas.

Os dados médios da altura, do peso seco da parte aérea das plantas de cada tratamento e a análise estatística estão apresentados no quadro I.

Os resultados estatísticos, como se pode observar, não mostraram diferenças significativas para nenhum tratamento, tanto no que se refere a altura quanto ao que diz respeito ao peso da parte aérea.

Presumindo-se que nem todos os solos devam apresentar bom suprimento de zinco disponível, os resultados sugerem que a altura e o peso seco das plantas de girassol não são critérios suficientemente sensíveis para a avaliação do zinco disponível no solo e para avaliar respostas à adição deste micronutriente.

Experimento com milho

Os dados médios de altura, peso seco da parte aérea das plantas de cada tratamento e a análise estatística estão apresentados no quadro II.

Como se pode observar, as maiores produções de matéria seca sem aplicação de zinco foram obtidas com amostras dos solos representativos das Séries Pau d'Alho, Luiz de Queiroz, Anhumas, Serrote e Iracema. Deve-se salientar que as amostras das Séries Pau d'Alho, Luiz de Queiroz e Anhumas não revelaram aumento significativo na produção de matéria seca mesmo com a aplicação das doses mais altas de zinco.

As Séries Sertãozinho e Guamium, também, não apresentaram respostas significativas às aplicações de zinco, embora se possa notar uma tendência a aumentar a produção com as aplicações deste elemento.

As amostras dos perfis das demais séries estudadas apresentaram respostas significativas mesmo com a aplicação das menores doses.

QUADRO II - Cont.

Doses de zinco p.p.m.	Bairrinho		M. Olimpo		P. Vermelho		Anhumas		Iracema		Guamium	
	Matéria seca (g)	Altura cm	Matéria seca (g)	Altura cm	Matéria seca (g)	Altura cm	Matéria seca (g)	Altura cm	Matéria seca (g)	Altura cm	Matéria seca (g)	Altura cm
0	16,3	47,3	19,8	56,7	21,5	57,7	27,5	62,0	15,3	47,3	17,8	55,0
1	18,6	61,0	20,7	57,3	22,3	74,0	27,4	64,0	16,4	56,7	21,0	62,0
2	21,7	76,0	21,7	50,7	23,1	69,3	26,3	64,3	19,4	69,6	20,9	58,7
4	19,6	69,0	22,1	61,3	23,6	76,0	27,8	69,6	19,2	67,6	20,2	55,7
6	20,3	76,0	21,1	55,0	25,3	72,6	25,6	62,3	20,1	75,6	22,3	47,3
8	23,9	78,3	21,3	65,3	26,3	69,3	27,8	58,7	21,2	79,0	20,0	52,3
16	24,2	88,3	23,9	53,3	26,0	93,0	26,7	62,7	22,5	86,3	19,8	51,0
Resíduo (O.M.)	7,1	37,1	5,3	100,0	2,2	64,3	1,0	70,6	2,2	44,7	2,7	58,7
Tukey												
d.m.s. a 5%	7,6	17,4	n.s.	n.s.	4,3	22,9	n.s.	n.s.	4,2	19,1	n.s.	n.s.
d.m.s. a 1%	9,7	22,2	n.s.	n.s.	5,4	29,2	n.s.	n.s.	5,4	24,3	n.s.	n.s.
C.V.	12,9%	8,6%	10,7%	5,7%	6,2%	10,9%	3,7%	12,3%	7,6%	10,4%	8,0%	14,0%

Os dados de altura das plantas de milho, correspondentes aos vários tratamentos, acompanharam os de peso seco, com poucas exceções, as quais podem ser verificadas no quadro II.

Este fato fica justificado pela correlação positiva ($r=0,52$) encontrada entre altura das plantas e peso seco correspondente, cuja expressão é a seguinte:

$$Y = 0,191x + 8,77; \text{ onde:}$$

Y = altura das plantas em cm;

x = peso da matéria seca em g.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, em ensaios biológicos para a avaliação do zinco disponível nas amostras de perfis representativos de dezesseis séries de Piracicaba e para avaliar suas respostas a adições deste elemento, conduziram às seguintes conclusões:

1 - a altura e o peso seco das plantas de girassol não são critérios suficientemente sensíveis para os propósitos do presente trabalho;

2 - a altura e o peso seco das plantas de milho apresentam correlação entre si, a qual pode ser calculada pela seguinte equação $y = 0,191x + 8,77$;

2.1 - as séries Pau d'Alho, Luiz de Queiroz Anhumas, Sertãozinho e Guamium não apresentam deficiências de zinco disponível;

2.2 - as demais séries estudadas, que cobrem cerca de 80% da área do Município de Piracicaba, apresentam deficiências deste micronutriente e apresentam resposta positiva a aplicações de zinco.

RESUMO

Por ser o zinco um dos micronutrientes, cuja escassez é muito generalizada e tendo-se observado sintomas de carência deste elemento em plantas cítricas e cafeeiros do Município de Piracicaba, procedeu-se à sua avaliação em solos pertencentes a dezesseis séries identificadas e mapeadas por RANZANI, FREIRE & KINJO (1966).

Foi utilizado o método biológico, empregando-se o girassol (*Helianthus annuus* L.) e o milho doce de Cuba (*Zea mays* L., var. doce de Cuba).

Foram instalados dois experimentos:

a - experimento com girassol: fatorial 16 x 7, onde os fatores foram horizontes superficiais de perfis das séries estudadas e doses crescentes de zinco, variando de zero a 1,0 mg por vaso;

b - experimento com milho: fatorial 16x7, onde os fatores foram horizontes superficiais de perfis das séries estudadas e doses crescentes de zinco, variando de zero a 32 mg por vaso.

Nos dois experimentos os critérios foram a altura e o peso seco das plantas.

O girassol não se mostrou uma planta sensível ao conteúdo de zinco disponível no solo, enquanto que o milho permitiu as seguintes conclusões:

a - as séries Pau d'Alho, Luiz de Queiroz, Sertãozinho, Anhumas e Guamium não apresentam deficiências de Zinco;

b - as demais séries estudadas apresentam deficiências deste micronutriente.

SUMMARY

AVAILABLE ZINC CONTENTS IN SOME SOILS FROM PIRACICABA - BRAZIL

This paper deals with an evaluation of the available zinc contents of some soil profiles representing 16 soils series of the Piracicaba Municipality, State of São Paulo, Brazil.

Available zinc contents were evaluated by the biological method with sunflower (*Helianthus annuus* L.) and corn (*Zea mays* L.) growing in greenhouse.

Height and oven dried weight of the plants were the criteria used for evaluation of the available zinc contents of the soil samples and the responses to increasing amounts of added zinc.

A statistical analysis of the data showed that sunflower is not sensitive to Zinc deficiencies. Corn, however, permitted the following conclusion: only five series, among the soil series studied, did not show zinc deficiencies.

The soils in about 80% of the Piracicaba area present zinc deficiencies for normal corn growth.

BIBLIOGRAFIA

BROWN, A.L. & B.A. KRANTZ, 1961 - Zinc deficiency diagnosis through soil analysis, *Calif. Agr.* 14, n.º 6:8-9.

- BROWN, A.L., B.A. KRANTZ & P.E. MARTIN, 1962 - Plant uptake and fate of soil applied zinc. **Soil Sc. Soc. Am. Proc.** 26:167-170.
- BROWN, J.C., J.E. AMBLER, R.L. CHANEY & C.D. FOY, 1972 - In «Micronutrients in Agriculture» (J.J. Mortvedt, P.M. Giordano, and W.L. Lindsay, eds.), pp. 389-418. Soil Sci. Soc. Amer., Madison, Wisconsin.
- BRASIL SOBR.^o, M.O.C., 1966 - **Levantamento do teor de zinco em alguns solos de Piracicaba**, E.S.A. «Luiz de Queiroz», tese, mimeografada, 96pp.
- COLWELL, W.E., 1943 - A biological method for determining the relation B contents of soils. **Soil Sc.** 56:71-94.
- FRANCO, C.M. & E.C. MENDES, 1953 - Deficiência de microelementos em cafeeiro. **Bol. Sup. Serv. Café** 28, n.^o 318: 19-22.
- RANZANI, G., O. FREIRE & T. KINJO, 1966 - Carta de solos do Município de Piracicaba, Centro de Estudos de Solos, E.S.A. «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba.
- SHUSTER & STEPHENSON, 1940 - Sunflower as an indicator plant of B deficiency in soils. **Journ. Soc. Agron.** 32, 607-621.
- VANDENKAVEYS, S.C., 1948 - Biological methods of determining nutrients in soils. Em Diagnostic techniques for soils and crops, publ. pelo The Am. Potash Inst., pg. 199-230.
- VIETS, F.G.J., L.C. BOAWN & C.L. CRAWFORD, 1954 - Zn content and deficiency symptoms of 26 crops grown on a Zn deficient soil. **Soil Sc.** 78, 305-364.