

# BRAGANTIA

Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo

Vol. 21

Campinas, março de 1962

N.º 16

## INFLUÊNCIA DO ZINCO NA PRODUÇÃO DO MILHO<sup>1</sup>

KOZEN IGUE, HÉLIO GARCIA BLANCO, *engenheiros-agrônomo, Seção de Fertilidade do Solo* e JOSÉ ANDRADE SOBRINHO, *engenheiro-agrônomo, Seção de Cereais, Instituto Agrônômico*<sup>2</sup>

### RESUMO

Sintomas de deficiência de zinco em plantas de milho têm sido observados em solos do Estado de São Paulo. São conhecidos por "white bud", apresentando-se nos primeiros estágios da planta e desaparecendo com o desenvolvimento da cultura.

Com o objetivo de estudar a influência do zinco na produção desse cereal, em área em que foi constatada a sua deficiência, foi instalado um experimento de campo em solo do Glacial no Município de Mogi-Mirim, Estado de São Paulo.

As aplicações de sulfato de zinco não causaram aumento significativo da produção, embora sintomas moderados e severos de deficiência tenham sido constatados. O sulfato de zinco aplicado no solo preveniu o aparecimento de sintomas e estimulou o desenvolvimento das plantas. Todavia, o efeito na correção das deficiências por meio de pulverizações de zinco não pôde ser devidamente apreciado, em virtude de ter havido também desaparecimento dos sintomas nas parcelas testemunhas.

### 1 — INTRODUÇÃO

Após terem sido constatadas deficiências de zinco em milho, no ano de 1957, em Matão, Estado de São Paulo (1), tem sido freqüente a sua observação em diversas outras partes do Estado.

No ano agrícola de 1960/61 observaram-se essas deficiências em solos do Glacial, terra-roxa-misturada de campo e em arenito de Bauru, em culturas comerciais onde haviam sido realizadas adubações normais de N, P e K.

Os sintomas, que se caracterizam por uma clorose internerval conhecida por "white bud", incidem sobre a cultura de maneira quase generalizada, observando-se, porém, algumas áreas ou reboleiras em que se notam plantas normais e isentas de sintomas. Essa associação

1. Recebido para publicação em 6 de fevereiro de 1962. Os autores agradecem ao Eng.º Agr.º José R. Gallo, pelas análises foliares efetuadas.

de plantas normais e deficientes, tem caracterizado a maioria das culturas observadas.

Foi constatado (1, 2) que os sintomas de deficiência aparecem nos primeiros estágios de desenvolvimento das plantas e desaparecem mais tarde, tomando a cultura, então, uma aparência normal. A recuperação natural das plantas deficientes tem sido levada a conta de diversos fatores. Segundo Winters e outros (4), quando as raízes do milho atingem o subsolo, são capazes de obter o suprimento adequado de zinco para o seu crescimento normal, devido a uma exploração de maior volume de solo. Conforme o mesmo autor, à medida que o verão se intensifica e o solo se aquece, a matéria orgânica se decompõe, pela ação dos microrganismos, libertando o zinco nela contido, com formação de ácido carbônico e outros ácidos orgânicos, o que poderá aumentar o zinco disponível.

Vietz e outros (3), estudando a absorção do zinco do solo, demonstraram que o abaixamento do pH pelo uso do sulfato de amônio equivalia a uma aplicação de 4,0 kg por hectare de sulfato de zinco, na presença do nitrato de sódio.

Com a finalidade de estudar a influência desse elemento sobre a cultura do milho, em área em que foi constatada a sua deficiência, e estudar os processos de correção e prevenção, instalou-se o experimento relatado nesse trabalho.

## 2 — MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2 de dezembro de 1960 em solo arenoso de formação Glacial, na Fazenda Holambra, localizada no Município de Mogi-Mirim, Estado de São Paulo.

Amostras de solo, para análise, foram retiradas, observando-se que as suas características químicas são as seguintes:

ITEM	0-20 cm	20-40 cm
	Profundidade	
pH internacional .....	5,80	5,30
C total em g % .....	1,40	0,52
N total em g % .....	0,07	0,06
PO <sub>4</sub> - <sup>3</sup> e.mg. por 100 g de solo <sup>3</sup> .....	0,22	0,12
K <sup>+</sup> e.mg por 100 g de solo .....	0,04	0,02

<sup>3</sup> PO<sub>4</sub>-<sup>3</sup> solúvel em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 N

Ca <sup>+2</sup> e.mg. por 100 g de solo .....	2,11	0,90
Mg <sup>+2</sup> e.mg. por 100 g de solo .....	0,47	0,44
(H <sup>+</sup> + Al <sup>+3</sup> ) e.mg. por 100 g de solo ..	3,10	3,00

O delineamento experimental constou de 6 tratamentos com 3 repetições, em blocos ao acaso, cujo esquema é o seguinte:

TRATAMENTO	Aplicação de <i>ZnSO<sub>4</sub></i>	Dosagens	Época de Aplicação
1 .....	Nenhuma	—	—
2 .....	Nas fôlhas	0,05%	Aos 15 dias
3 .....	Nas fôlhas	0,05%	Aos 15 e 30 dias
4 .....	Nas fôlhas	0,05%	Aos 30 dias
5 .....	No solo	5 kg/ha	No plantio
6 .....	No solo	10 kg/ha	No plantio

As pulverizações foram efetuadas a partir da data da germinação, em quantidades suficientes para cobrir toda a planta. Utilizou-se um pulverizador com capacidade de 15 litros, a baixo volume, e para melhor aderência foi misturado um adesivo à solução. O sulfato de zinco, quando aplicado ao solo, o foi em mistura com a adubação N, P e K.

Todos os tratamentos receberam adubação completa em N, P e K. As quantidades empregadas foram 80, 80 e 50 kg por hectare de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, utilizando-se como fontes sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. O nitrogênio foi parcelado em 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura, aos 30 dias após a germinação.

Utilizaram-se canteiros de 5 linhas de 10 metros de comprimento, espaçadas de 1 metro, colhendo-se apenas as três linhas centrais de cada parcela. O espaçamento entre as plantas na linha foi de 0,40 metro, conservando-se duas plantas por cova.

Amostras de fôlhas foram colhidas nas três linhas centrais em 16 de janeiro de 1961, no estágio de embonecamento das plantas. De cada canteiro retiraram-se 15 fôlhas, localizadas logo abaixo e em posição oposta à espiga.

## 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 15 dias após a germinação foram constatados sintomas acentuados de deficiência em todos os tratamentos, com exceção daqueles que receberam 5 ou 10 kg por hectare de sulfato de zinco no plantio. O desenvolvimento das plantas nesses tratamentos foi mais pronunciado que nos demais.

Por ocasião da pulverização, aos 30 dias, os sintomas de deficiência persistiam nos blocos B e C, de maneira bastante acentuada, conforme mostra a foto superior da estampa 1, havendo desaparecido no bloco A, inclusive nos canteiros testemunhas.

A diferença no desenvolvimento das plantas, entre as parcelas que receberam sulfato de zinco no solo e os tratamentos que o receberam em pulverização e a testemunha, ainda era bastante grande. A foto inferior da estampa 1 mostra a diferença de desenvolvimento aos 30 dias.

Com o desenvolvimento das plantas, notou-se a sua recuperação, com o aparecimento de novas folhas isentas de sintomas, sendo que, aos 90 dias, o experimento se apresentava com tôdas as plantas sem sintomas de deficiência. No quadro 1 pode-se observar a presença dos sintomas em diferentes estágios da cultura.

QUADRO 1. — Aspecto sintomatológico da cultura em diferentes estágios de desenvolvimento: aos 15, 30 e 90 dias após a germinação. O sinal + indica presença de sintomas de deficiência de zinco e o sinal — ausência de sintomas.

Tratamento	Altura das plantas aos 90 dias	Bloco A			Bloco B			Bloco C		
		15	30	90	15	30	90	15	30	90
	<i>cm</i>									
1 .....	234	+	—	—	+	+	—	+	+	—
2 .....	234	+	—	—	+	+	—	+	+	—
3 .....	233	+	—	—	+	+	—	+	+	—
4 .....	234	+	—	—	+	+	—	+	+	—
5 .....	235	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 .....	245	—	—	—	—	—	—	—	—	—

O experimento foi colhido em 23 de maio de 1961 e os resultados da produção poderão ser observados no quadro 2.



*Foto superior* — Sintomas de deficiência de zinco aos 30 dias após a germinação. Notar a clorose acentuada ao longo da lâmina foliar e a coloração normal ao longo da nervura principal. *Foto inferior* — Diferença no desenvolvimento das plantas pelo efeito do sulfato de zinco. No primeiro plano vê-se o canteiro testemunha e ao fundo o que recebeu 5 kg/ha de sulfato de zinco no plantio.

QUADRO 2. Efeito do sulfato de zinco na produção final do milho e teor de zinco nas fôlhas

Formas de aplicação do ZnSO <sub>4</sub>	Stand final	Espigas	Grãos	Grãos	Zn nas fôlhas
		<i>kg/parcela</i>	<i>kg/parcela</i>	<i>kg/ha</i>	<i>p.p.m.</i>
Testemunha . . . . .	131	17,32	14,63	4.862	20,5
Pulv. após 15 dias . . .	136	18,16	15,31	5.095	19,2
Pulv. após 15 e 30 dias	132	16,63	14,25	4.762	19,2
Pulv. após 30 dias . . .	116	15,77	13,16	4.396	18,5
Solo — 5 kg/ha . . .	132	19,02	16,14	5.361	20,2
Solo — 10 kg/ha . . .	133	19,42	16,48	5.495	19,9

Coefficiente de variação = 9,13%.

A análise efetuada revelou que, estatisticamente, não houve diferença na produção, entre os diversos tratamentos. O resultado da análise foliar, por outro lado, não revelou diferença no teor de zinco e na absorção de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Manganês.

Estudando os dados do quadro 2, verifica-se que houve diferença de fertilidade do solo, entre os blocos. As plantas se recuperaram mais cedo no bloco A, mostrando que êle havia atingido uma área mais fértil em elementos químicos, inclusive em relação ao zinco. Esse fato foi comprovado pela colheita final, quando se verificou que em todos os tratamentos, as produções maiores pertenciam às parcelas do bloco A. Verifica-se, também, que somente os tratamentos que receberam sulfato de zinco no solo, por ocasião do plantio, não apresentaram sintomas de deficiência, demonstrando que os designados por 5 e 6, foram eficientes na prevenção da deficiência de zinco.

A eficácia dos tratamentos que pretendiam corrigir sintomas por meio de pulverizações, não foi comprovado pelo fato das parcelas testemunhas terem se recuperado sem qualquer aplicação de zinco, como nos mostra o quadro 1.

Solos cultivados anualmente através das adubações sucessivas de nitrogênio, fósforo e potássio principalmente, tendem para um desequilíbrio ainda maior em relação aos micronutrientes, principalmente nas camadas superficiais, onde a exploração é maior. As culturas, nesses solos, podem apresentar, então, uma deficiência tem-

porária desses elementos, desaparecendo posteriormente, com o desenvolvimento do seu sistema radicular.

De outro lado, a carência de zinco está na dependência do seu teor total no solo e do seu aproveitamento pelas plantas. No presente caso, calagens efetuadas nos anos anteriores pelo proprietário, poderiam ter influído na absorção desse elemento, principalmente na camada superficial; daí as plantas manifestarem os sintomas no início. Quando foram feitos testes em vasos, utilizando-se solo do local do experimento, também se verificou que a calagem provoca o aparecimento de sintomas de deficiência em plantas de milho.

Quando o sistema radicular das plantas atingiu a camada de 0,20 a 0,40 m, menos influenciada pela calagem, pôde encontrar condições mais favoráveis para retirar o zinco do solo, desaparecendo, assim, os sintomas de deficiência nas fôlhas. Outro resultado que parece comprovar esta explicação, é dado pela análise foliar, efetuada quando as plantas já tinham se recuperado. Esta não revelou diferenças nos teores de zinco.

A falta de diferença estatística na produção dos diversos tratamentos foi influenciada pela recuperação das plantas, sendo interessante assinalar que os tratamentos com zinco no solo, tratamento 5 e 6, sempre produziram mais em todos os blocos.

#### 4 — CONCLUSÕES

De conformidade com as condições desse trabalho e os resultados apresentados, podem-se tirar as seguintes conclusões:

a) Os sintomas de deficiência de zinco, em milho, aparecem nos primeiros estágios de desenvolvimento da cultura e tendem a desaparecer, espontaneamente, quando as plantas atingem maior desenvolvimento.

b) Quando ocorre o desaparecimento espontâneo dos sintomas de deficiência de zinco em plantas de milho que anteriormente se apresentavam com sintomas, ocorre a sua recuperação, tanto no aspecto vegetativo, quanto na produção de grãos.

c) O sulfato de zinco aplicado no sulco, junto com a adubação, por ocasião do plantio, na base de 5 ou 10 kg por hectare, previne o aparecimento dos sintomas de deficiência de zinco na cultura de milho.

## INFLUENCE OF ZINC APPLICATION ON CORN YIELD

## SUMMARY

Symptoms of zinc deficiency, characterized by leaf chlorosis, have been noticed on corn plants growing on certain types of soil in the state of São Paulo. These symptoms appear during the plants' first stage of growth and disappear later as they grow older.

To study the effect of zinc applications as a corrective for this deficiency, a field experiment was carried out on a type of soil on which corn plants usually showed zinc deficiency symptoms. This experiment was located at Mogi-Mirim, São Paulo, on a soil of the Glacial type.

The results of the experiment indicated that zinc applied as a spray on the leaves had no effect on yield when compared with the controls, although mild to severe deficiency symptoms were present. Zinc sulphate applied in a mixture with the fertilizers at planting time prevented the appearance of deficiency symptoms and apparently induced a slight increase in yield.

## LITERATURA CITADA

1. IGUE, K. & GALLO, J. R. — Deficiência de zinco em milho no Estado de São Paulo, IBEC Research Institute, 1959. 19 p. (Boletim Técnico n.º 20).
2. VIETZ, F. G., BOAWN, L. C., CRAWFORD, C. L. & NELSON, C. E. — Zinc deficiency in corn in Central Washington. *Agron. J.* 45:559-65. 1953.
3. ———, ——— & ——— — Effect of nitrogen and types of nitrogen carriers on plant uptake of indigenous and applied zinc. *Proc Soil Sci. Soc. Amer.* 21: 197-201. 1957.
4. WINTERS, E. & PARKS, W. L. — Zinc deficiency of corn. Tennessee farm and home science. Progress Report n.º 14.