

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ZINCO EM SOLOS  
SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO\*

Carlos R. P. Laun\*\*  
Nelly Neder\*\*\*  
Moacyr O. C. Brasil Sobrinho\*\*\*\*  
Antonio Vello\*\*\*\*\*

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da aplicação de zinco em duas unidades de solos originalmente cobertas com vegetação de cerrado, classificadas como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa e Areias Quartzosas, que ocorrem no Município de São Simão no Estado de São Paulo

Foram feitas determinações químicas do

- 
- \* Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor
  - \*\* Eng. Agr. da EMBRAPA, M.A.
  - \*\*\* Departamento de Tecnologia Agrícola, ESALQ, USP
  - \*\*\*\* Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, ESALQ, USP
  - \*\*\*\*\* Departamento de Genética, ESALQ, USP

zinco solúvel em HCl 0,1 N, em amostras de solos antes e depois de terem recebido a calagem.

As determinações de zinco foram complementadas com o teste microbiológico do Aspergillus niger.

Simultaneamente, foram conduzidos ensaios de campo com milho (Zea mays L.) e feijão Phaseolus vulgaris L.) para estudar os efeitos da aplicação de zinco nas duas unidades de solo.

Outros experimentos com milho foram desenvolvidos sob condições controladas, em casa de vegetação, para estudos de aplicação de zinco.

As conclusões do trabalho foram as seguintes:

1. Os resultados dos ensaios microbiológicos mostraram boa concordância com os testes químicos e com a resposta do milho a aplicação de zinco em condições de campo.
2. A cultura do milho deu boas respostas a aplicação de zinco quando cultivado nos solos Areias Quartzosas, correspondendo a uma dose econômica de 2,4 kg/ha de zinco.
3. Não houve efeito do zinco para o milho quando este foi cultivado no Latosolo Vermelho Amarelo-fase arenosa.
4. Não houve efeitos do zinco na produção do feijoeiro nas duas unidades de

solos.

5. O ensaio de vasos usando o milho como planta teste não foi eficiente na resposta dos solos as aplicações de zinco.

## INTRODUÇÃO

A importância do zinco como micronutriente no Estado de São Paulo e em muitas regiões do Brasil, é conhecida amplamente pelos inúmeros casos de deficiências ocorridas nos últimos anos. Apesar disso, relativamente poucos são os trabalhos feitos a respeito desse micronutriente em nosso meio.

Ocupando aproximadamente 25% da área do território nacional, esses solos, formados a partir dos mais diferentes tipos de materiais, sob precipitação pluviométrica média de 1.000 a 1.500 mm, apresentam uma topografia bastante favorável a mecanização agrícola, representando um dos maiores potenciais agro-silvo-pastoril do País, já que se deverão encontrar soluções adequadas e econômicas para o seu aproveitamento racional.

Deficiências de zinco em cafeeiro, citrus, mandioca, arroz e milho tem sido frequentes no Estado de São Paulo, e, particularmente nos solos primitivamente cobertos com vegetação de cerrado.

Levando em conta a necessidade de contribuir para o melhor conhecimento desses solos, elaborou-se o presente trabalho, cujo objetivo principal foi estudar, através de ensaios de laboratórios, casa de vegetação e de campo, os efeitos da aplicação do micronutriente boro em milho e feijão.

Essas culturas foram escolhidas devido a sua grande importância na região.

Foram utilizadas duas unidades de solos sob cerrado, classificadas como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa e Regossolo que ocorrem no Município de São Simão, e em outras áreas do Estado de São Paulo, perfazendo 6% da superfície total deste último, sendo necessário ressaltar que a segunda entidade de solo apesar de contribuir com apenas 0,9% da superfície do Estado, tem as suas maiores manchas concentradas no Município de São Simão e regiões circunvizinhas.

#### REVISÃO DE LITERATURA

Reações a aplicação de zinco nos solos de cerrado tem sido encontrados por diversos autores em diferentes plantas.

No Estado de São Paulo, McCLUNG et alii, 1958, (milho e algodoeiro); HIROCE et alii, 1973 (cafeeiro); LOTT et alii, 1961 (cafeeiro) MASCARENHAS et alii, 1969 (soja); MIYASAKA et alii, 1967 (feijoeiro); ESPIRO NELLO, 1972 (cana); FREITAS et alii, 1960 (milho); JONES et alii, 1970 (leguminosas).

BRASIL SOBRINHO (1973) e BRASIL SOBRINHO et alii (1979) usando testes microbiológicos e análises químicas mostraram a possível deficiência desses solos em zinco. LOPES (1984) apresenta uma excelente revisão sobre o assunto, mostrando as deficiências do zinco e de outros nutrientes nas diversas regiões do Brasil.

## MATERIAL E MÉTODO

### Solos

A área experimental utilizada pelos ensaios pertence à Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, município de São Simão, Estado de São Paulo.

Os solos utilizados nos ensaios foram classificados por LEMOS et alii (1960), respectivamente como Latos solo Vermelho Amarelo-fase arenosa e Areias Quartzosas acham-se localizados nas regiões ocupada pela referida Estação, situada numa altitude aproximada de 640 m e submetida a uma precipitação pluviométrica média anual de 1424 mm.

### Amostragem

Depois de removida a vegetação natural constituída de espécies típicas de "cerrado" que cobriam os solos pesquisados, foram coletados de cada unidade, para a realização dos testes de casa de vegetação cerca de 350 kg de terra do horizonte superficial a uma profundidade de 0 - 20 cm. Ao mesmo tempo, coletou-se parafina de análise química amostra composta de área.

### Características físicas e químicas dos solos

As características físicas dos solos, expressas em percentagem de argila, limo e areia total foram determinadas pelo método de Bouyoucos (BOUYOUCOS, 1951) e se encontram na Tabela 1.

As análises químicas foram efetuadas segundo CATANI et alii (1955) e VETTORI (1969) e os resultados se encontram na Tabela 2.

Tabela 1 - Características granulométricas dos solos

SOLOS	TFSA		
	Areia total%	Argila %	Limo %
Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa	46,5	47,5	6,0
Areias Quartzosas	79,7	16,3	4,0

Tabela 2 - Características químicas dos solos

Amostras	pH (água)	M.O. %	$PO_4^{-3}$	$K^+$	$Ca^{2+}$ meq/100 ml	$Mg^{2+}$ meq/100 ml	H+Al	$Al^{3+}$ TFSA	T	S	V
LVA - f. areno sa	4,3	2,12	0,04 (1)	0,13 (2)	0,80 (3)	0,56 (3)	6,08 (4)	1,10 (3)	7,57	1,49	20,0
Areias Quart-zosas	4,2	0,93	0,03	0,10	0,32	0,42	3,00	0,70	3,84	0,84	22,0

(1) Solúvel em  $H_2SO_4$  0,05 N(2) Extraído pelo  $H_2SO_4$  0,05 N(3) Extraído pelo  $KCl$  1 N

(4) Extraído pelo Acetato de Cálcio 1 N

### Determinação do zinco solúvel em HCl 0,1 N

O zinco foi extraído por uma solução de HCl 0,1 N segundo a técnica de WEAR & SOMMER (1948) e determinado através de um espectrofotômetro de absorção atômica, de acordo com VALADARES (1972).

Na extração 5 g de TFSAs colocadas num erlenmeyer de 125 ml, foram agitadas com 50 ml de solução de HCl 0,1 N, durante 1 hora, num agitador horizontal. Após filtração o extrato foi levado ao espectrofotômetro, onde se procedeu as leituras, com lâmpadas adequadas, e comparadas com soluções padrões de zinco, contendo 0,1 a 3 ppm de zinco.

Os resultados dessa determinação foram os seguintes:

3 meses após calagem

L.V.A. F. arenosa	0,73 ppm Zn	0,75 ppm Zn
Areias Quartzosas	0,94 ppm Zn	0,38 ppm Zn

### Ensaio de zinco com o Aspergillus niger

Foi feito o teste microbiológico com o Aspergillus niger nas duas amostras de solo para se ter idéia do zinco extraído e avaliado pelo referido fungo. No teste as culturas foram comparadas com padrões contendo doses crescentes de zinco e aplicadas para cada solo. Desta maneira tem-se idéia da reação do solo à adição de zinco. Os solos foram utilizados depois de receberem a calagem adequada.

A técnica usada foi a mesma de VALLACE (1955) e de BRASIL SOBRINHO et alii (1980) para solos do Estado de São Paulo.

As culturas foram desenvolvidas em erlenmeyers de 250 ml e em meios de culturas adequados e contendo



250 mg de solo e 50 ml de uma solução basal purificada para zinco, contendo os elementos nutritivos menos o zinco. (Tabela 3)

Tabela 3- Soluções de nutrientes para o meio de cultura.

Substâncias	Concentração	por litro de solução
$\text{KNO}_3$	1 M	69,00 ml
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	1 M	11,00 ml
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 M	2,80 ml
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1 M	3,05 ml
$\text{FeSO}_4$	-	Traços
$\text{CuSO}_4$	-	Traços
$\text{MnSO}_4$	-	Traços
$\text{Na}_2\text{MoO}_4$	-	Traços
Água desmineralizada	-	920 ml
pH	-	3,8 (índice)
	-	50 g

A inoculação do Aspergillus no meio nutritivo, foi feita com a linhagem IZ-52, que mostrou maior sensibilidade ao zinco. A obtenção do inóculo é feita através de preparação especial, com diluição e contagem de esporos ( $10^7$  esporos /ml do meio de cultura).

Após a inoculação dos meios de cultura os frascos foram incubados durante 5 dias a  $28^\circ\text{C}$ .

Decorrido esse período o micélio foi coletado, seco em estufa a temperatura de  $75^\circ\text{C}$  e pesado. Nos meios onde há quantidades suficientes de zinco há também a formação de esporos. As vezes somente com a visualização dos esporos pode-se separar os tratamentos.

A fim de verificar a reação do solo à adição de

doses crescentes de zinco fez-se uma coleção de padrões para cada solo. Os padrões tinham as seguintes concentrações:

Tratamentos	Microgramas de Zn/frasco de 250 ml (250 mg de solo)
A (testemunha)	0
B "	2
C "	4
D "	6
E "	8
F "	10

Foram usadas 4 repetições de tratamentos, com blocos ao acaso.

Ensaio de aplicação de zinco no milho em casa de vegetação

Os ensaios na casa de vegetação foram conduzidos em vasos de 2 litros de capacidade, de polietileno

A técnica empregada foi aquela utilizada por BROWN et alii (1962) e por BRASIL SOBRINHO (1973).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições.

As amostras de solos receberam calagem nas doses de 4 t/ha e de 2 t/ha, respectivamente, de  $\text{CaCO}_3$  Latosolo e para a areia quartzosa.

Essas quantidades foram calculadas através de curvas de neutralização em experimento de incubação.

Os tratamentos foram os seguintes:

- A - 0 ppm de Zn
- B - 2 ppm de Zn
- C - 4 ppm de Zn
- D - 6 ppm de Zn
- E - 8 ppm de Zn
- F - 10 ppm de Zn

As variedades do milho era a Centralmex e o plantio foi feito, à razão de 8 sementes/vaso, desbastando-se para 4 plantas 8 dias após a germinação.

O milho recebeu durante o seu desenvolvimento uma solução nutritiva contendo todos os nutrientes essenciais, com exceção do zinco. A solução foi purificada para o zinco.

O fornecimento do zinco foi feito através de uma solução de  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , em duas aplicações: a primeira, com 5 dias após o plantio e a segunda, dez dias depois da primeira.

A colheita foi feita aos 50 dias de idade, sendo as plantas secas em estufa a  $75^{\circ}C$ , e, depois, pesadas.

#### Ensaio de Campo

#### Aplicação do zinco no milho

As áreas dos ensaios de campo foram as mesmas de onde se fez a amostragem, na Estação Experimental do Ministério da Agricultura.

O ensaio de milho constava de 6 tratamentos e 4 repetições distribuídas em blocos ao acaso.

Os tratamentos foram os seguintes:

	kg/ha/Zn
A	- 0
B	- 2
C	- 4
D	- 6
E	- 8
F	- 10

A correção dos solos foi feita utilizando-se um calcário dolomítico, procedente do município de Limeira (SP) contendo 27,3% do CaO e 14,10% de MgO, com 70% de P.R.N.T.. As doses de calcário foram de 4t/ha para o Latossolo e 2t/ha para a Areias Quartzosas. As análises de solo sã deferiram da primeira pelos índices de saturação de bases que passaram para 33% e 38%, respectivamente, para o LVA e para as Areias Quartzosas. Isso mostra que a calagem já estava funcionando.

O teor de zinco baixou nas Areias Quartzosas de 0,94 para 0,38 ppm.

A aplicação do calcário foi feita 3 meses antes do plantio; 3 meses após a calagem coletou-se amostras dos solos e analisou-se as mesmas.

A adubação do milho foi feita na dose de 600kg/ha de mistura contendo 20,80 e 60 kg de N,  $P_{25}O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente, juntamente aos micronutrientes B, Mn, Mo e Cu nas dosagens de 10, 30, 1 e 5 kg/ha dos sais respectivos.

Fez-se aplicação de 40 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio.

O zinco foi aplicado na forma de sulfato de zinco hidratado ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) com 22% de Zn, junto com a adubação no dia do plantio.

A variedade de milho usado foi a Centralmex.

As parcelas tinham 5 fileiras de 10 m espaçadas de 1,00 (50 m<sup>2</sup>).

As covas foram distanciadas de 0,40 m, deixando-se 2 plantas/cova. Foram deixadas 2 linhas e duas covas/linha, de bordadura, nas extremidades.

#### Aplicação do zinco no feijoeiro

Os ensaios de feijão tiveram as mesmas características dos ensaios de milho.

Os mesmos solos, os mesmos delineamentos e os mesmos tratamentos, inclusive as doses de zinco e da calagem.

A adubação do feijão foi feita com 40, 100 e 30kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O por hectare, nas formas de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, acrescidos dos micronutrientes nas mesmas doses.

O nitrogênio foi aplicado todo em cobertura, metade 8 dias após a germinação e metade 10 dias após a 1ª aplicação.

As parcelas tinham 8 linhas de 7 metros de comprimento no espaçamento de 0,50 m entre si. Foram deixadas duas linhas laterais e 1 m de cada extremidade como bordadura das parcelas (15 m<sup>2</sup> de área útil).

O feijão da variedade "carioca", foi semeado a razão de 3 sementes por cova, a cada 20 cm dentro das linhas, deixando-se 2 plantas/cova.

#### Análise estatística

Foram feitas as análises estatísticas dos ensaios segundo PIMENTEL GOMES (1963)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Zinco extraído pelo método microbiológico do Aspergillus niger

Os dados de produção do micélio seco à 75°C, em miligramas, representando média de 3 repetições, se acham na Tabela 4.

A análise da variância revela que houve efeito altamente significativo para tratamentos, pelo teste F, em ambos os solos pesquisados.

Pelos estudos de re ressaõ feitos verificam-se efeitos altamente significativos para as regressões do 2º e 3º graus, cujas equações e respectivas representações gráficas podem ser vistas nas Figuras 1 e 2.

Pelas Figuras 1 e 2 pode-se ver que os pontos de maior desenvolvimento do micélio se acham mais ou menos no valor de 4 microgramas . BRASIL SOBRINHO (1973) no seu trabalho, encontrou entre 5 a 6 microgramas. Entretanto, no presente trabalho, o tratamento de 2 microgramas foi o único que superou o valor da testemunha, sem zinco.

Esse valor corresponde a 8 microgramas por 1 grama de solo ou seja 8 ppm de Zn.

As curvas de crescimento do micélio foram muito semelhantes nos dois solos mas a das Areias Quartzosas apresentou patamar de crescimento de micélio menor mostrando ter esse solo valores limitantes não corrigidos pelo meio de cultura.

O teste microbiológico mostrou, portanto, serem os dois solos carentes em zinco e que respondem a adubação do micronutriente.

Tabela 4- Dados médios do peso do micélio seco a 75°C do Aspergillus niger

Zinco Aplicado por 250 mg de solo µg	LVA mg	Peso do micélio Areias Quartzosas mg
0	290,00 b	276,66 b
2	930,00 a	703,33 a
4	993,33 a	753,33 a
6	896,67 a	736,66 a
8	853,33 a	760,00 a
10	846,67 a	763,33 a
Rendio (QM)	5.605,55	4.694,44
F	35,18 **	23,50 **
C.V.	9,33 %	10,29 %
d.m.s. a 5% (Tukey)	205,32	184,89

Obs.: As produções por ensaio seguidas da mesma letra não diferem a 5% de probabilidade

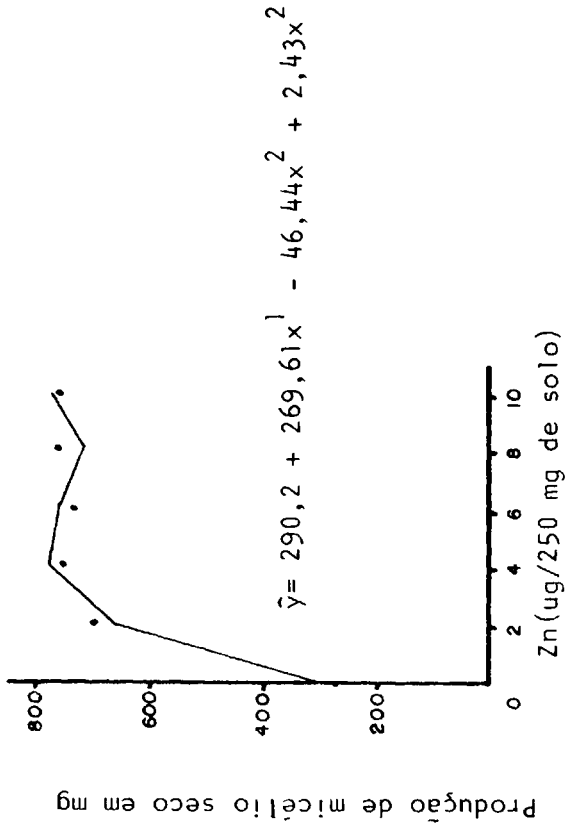


Figura 1- Representação gráfica da equação de regressão obtida com aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção de micélio seco de fungo Aspergillus niger (y) em Regossolo sob vegetação de cerrado.



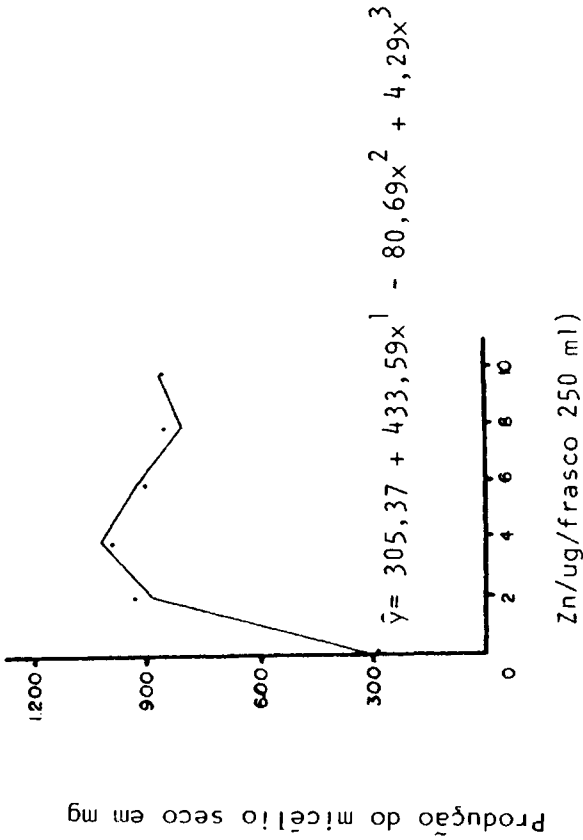


Figura 2- Representação gráfica da equação de regressão obtida com aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção de micélio seco do fungo Aspergillus niger (y) em Latossolo Vermelho Amarelo sob vegetação de cerrado.

O baixo desenvolvimento alcançado pelo micélio nos solos sem zinco mostra a carência do elemento.

JACINTHO *et alii* (1971) trabalhando com solos de Piracicaba, São Paulo, encontraram teores compreendidos entre 1,7 e 5,5 ppm, valores bem maiores do que os encontrados nos dois solos (0,73 ppm no LVA e 0,94 ppm nas Areias Quartzosas).

A análise de zinco feita em amostra colhida 3 meses após a calagem mostrou que na Areia Quartzosas o teor do zinco baixou de 0,94 para 0,38 ppm. É possível que a calagem do solo mais a adição de cálcio do meio nutritivo possa ter causado essa diminuição do zinco.

Ensaio de vasos com aplicação do zinco no milho em casa de vegetação

Os resultados obtidos nesses ensaios, médias de 4 repetições, e constituídos por gramas de matéria seca do milho se encontram na Tabela 5.

Observados os dados da referida tabela ve-se que não houve significância pelo valor de F para tratamentos e nem pela d.m.s. pelo teste de Tukey à 5% para os dois solos.

Assim sendo, não houve reação dos solos LVA e Areias Quartzosas a aplicação do zinco, levando-se em conta o peso da matéria seca do milho; apesar dos teores de zinco serem baixos e do teste microbiológico também ter reagido à dose de 2 µg de zinco. Porém, nos dois casos houve um aumento de produção da matéria seca mas não significativa pelo teste F.

O milho, não obstante ser uma planta bastante sensível a zinco é das mais exigentes ao referido micronutriente nem sempre responde a aplicação de zinco nas condições de vaso. Esse fato já foi observado por BROWN

Tabela 5- Produções média do peso da matéria seca da parte aérea do milho - var. Centralmex, obtidas em ensaios de casa de vegetação com aplicação de doses crescentes de zinco, em dois solos sob cerrado (+).

Zinco aplicado por 2 kg de solo (ppm)	Peso da matéria seca das plantas	
	LVA - fase arenosa (g)	Regossolo (g)
0	3,02 a	6,10 a
2	3,34 a	6,98 a
4	3,57 a	7,36 a
6	3,61 a	7,56 a
8	4,12 a	7,36 a
10	3,77 a	6,73 a
Resíduo (QM)	0,1543	0,443
F.	2,44 +	2,63
C.V.	13,29 %	9,40 %
DMS a 5% (Tukey)	n.s	n.s

et alii (1962) que estudando a calibração de zinco em mais de 50 solos americanos constatou que não era nem pelo aspecto, nem pela matéria seca produzida que o milho funcionava como planta teste, e, sim, pelo teor de zinco na folha ou na parte aérea da planta. BRASIL SOBRINHO (1973) teve o mesmo problema apesar das plantas terem alcançado bom nível de desenvolvimento. O autor admitiu a hipótese da variedade ser pouco exigente a zinco nessa fase do ciclo, quando semeada em vasos ou da própria semente suprir as necessidades da planta, já que as plantas no vaso não alcançam o desenvolvimento pleno que atingem em condições de campo.

A produção da matéria seca foi muito maior na Areias Quartzosas do que no LVA, sendo praticamente o dobro. As diferenças de produção no primeiro solo chegaram a alcançar 24% sobre a testemunha sem mostrar significância no LVA; somente a dose de 8 ppm conseguiu uma diferença de 36.5% sobre a testemunha, também sem significância. Neste solo as doses de 2,4 e 6 ppm mostraram-se quase iguais. Sendo um solo com teor de argila igual a 47,6% é possível que o zinco tenha sofrido processo de fixação e somente nas doses de 8 ppm tivesse reagido melhor.

Os ensaios de milho apenas revelaram tendências, quer num ou noutro solo, a aumentar a produção de matéria seca.

Ensaio de campo.

Ensaio de aplicação de zinco na cultura do milho.

Os dados de produção do milho, nos solos LVA. e Areias Quartzosas, em kg/ha e kg/parcela se encontram na Tabela 6.

O exame da Tabela 6 mostra que para o LVA não houve diferença significativa de tratamentos nem mesmo da

testemunha em relação aos demais tratamentos.

O tratamento com a aplicação de 4 kg/ha de Zn produziu 26,7% a mais do que a testemunha, não sendo suficiente essa diferença para ser significativa.

A produtividade, em se tratando de solo de vegetação de cerrado, foi boa. Não houve, portanto, respostas mas simples tendências de reação ao zinco no LVA.

Nas Areias Quartzosas houve diferenças entre doses de zinco e a testemunha, significativa à 5%, pelo menos das doses 2 e 4 kg/ha de zinco. Entretanto a produção neste solo foi baixa alcançando 1,685 kg/ha, enquanto no LVA, 2,859 kg/ha.

Resultados similares foram alcançados por BRITTO *et alii* (1971) nesse mesmo tipo de solo; quando estudaram a reação do milho Cateto São Simão a esse micronutriente, os autores conseguiram em seus ensaios aumentos de produção de milho, porém, sem significância estatística.

A luz desses dados concluíram que a inclusão desse nutriente nas citadas formulações podem ser recomendadas no LVA.

Foi feito um estudo de regressão entre doses de zinco adicionadas (x) e a produção de grãos (y) somente para os dados do ensaio do solo Areias Quartzosas.

A equação obtida e o coeficiente de determinação indicaram haver entre os citados parâmetros boa correlação. O coeficiente encontrado foi de 42% ( $R_2=0,4247$ ).

A equação achada e a curva obtida se encontram na Figura 3.

A fim de se pesquisar mais a possibilidade de obter mais informações, foi feita uma análise conjunta dos

Produção de grãos em kg por parcela de 27 m<sup>2</sup> de área útil

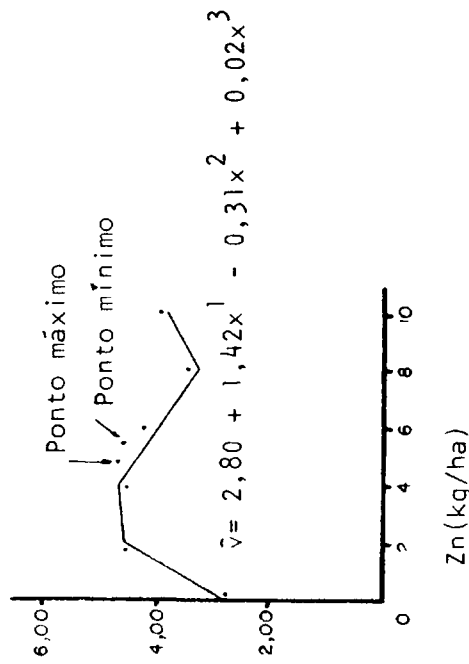


Figura 3- Representação gráfica da equação de regressão obtida com o emprego da aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção de grãos (y) em Regossolo sob vegetação de cerrado que ocorre no Município de São Simão no Estado de São Paulo.

dois ensaios (Tabela 6 e Figura 4), constatando-se diferenças significativas pelo teste F, para tratamentos e para Ensaio. Foi feito também um estudo de regressão dirigido à obtenção de uma equação que pudesse dar uma informação mais geral, sobre a reação do cereal a esse micronutriente, nas duas unidades de mapeamento.

A unidade de solo classificada como LVA fase arenosa, muito embora se apresente constituída de solos extremamente ácidos e de baixa fertilidade, como o das Areias Quartzosas, no que se refere a textura, de acordo com as análises granulométricas efetuadas são fisicamente melhores, (Tabela 1) podendo com o emprego de sistemas de manejo conveniente, ter a sua fertilidade restaurada, num espaço de tempo menor, do que a outra unidade.

Embora os resultados do ensaio não permitam a recomendação livre de dose de zinco para o milho, pode-se ver que pequenas quantidades de zinco são suficientes para provocar aumentos no rendimento do milho confirmando resultados colhidos por outros autores, tais como, IGUE & GALLO (1960), IGUE et alii (1962), BRITTO et alii (1971), OSINAME et alii (1973) e PEREIRA et alii (1973).

Ensaio de aplicação de zinco no campo com Feijão.

Na Tabela 7 encontram-se os dados médios de produção de grãos por parcela de 15 m<sup>2</sup> de área útil e em kg/ha e o resumo da análise de variância.

Nota-se pelo exame da Tabela que o teste F não revelou diferenças significativas para tratamentos nos dois solos estudados. Os coeficientes de variação foram muito altos, sendo 23% para o LVA e 27,2% para o Areias Quartzosas. Portanto, os solos não deram reação a aplicação do zinco.

No LVA a testemunha produziu valores mais altos que os demais tratamentos.

Tabela 6- Efeito da aplicação de doses crescentes de zinco na produção do milho, cultivado em dois solos sob cerrado, do município de São Simão (SP).

Zinco aplicado kg/ha	Peso dos grãos			
	LVA - fase arenosa		Regossolo	
	kg/parçela 27 m <sup>2</sup>	kg/ha	kg/parçela 27 m <sup>2</sup>	kg/ha
0	6,09 a	2.255	2,81 b	1.041
2	6,85 a	2.537	4,54 a	1.681
4	7,72 a	2.859	4,55 a	1.685
6	7,36 a	2.726	4,23 ab	1.567
8	6,99 a	2.589	3,28 ab	1.215
10	6,90 a	2.555	3,88 ab	1.437
Resíduo (QM)	1,0180		0,4896	
F.	1,19		4,09*	
C.V.	14,4 %		18,0 %	
DMS a 5% (Tukey)	n.s		1,60	

\* - Significância a 5% de probabilidade.

n.s - Não significativo.

Obs. - As produções por ensaio seguidas da mesma letra não diferem a 5 % de probabilidade.



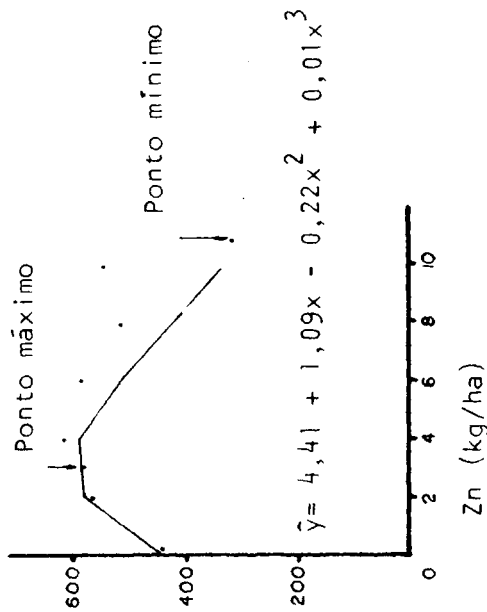


Figura 4- Representação gráfica da equação de regressão obtida pelo estudo conjunto dos dois solos pesquisados.

Tabela 7- Efeitos da aplicação de diversas doses de zinco na produção do feijoeiro cultivado em dois solos sob cerrado.

Zinco aplicado kg/ha	Peso seco dos grãos			
	LVA - fase arenosa		Regossolo	
	kg/parcela 15 m <sup>2</sup>	kg/ha	kg/parcela 15 m <sup>2</sup>	kg/ha
0	1,22 a	813	0,98 a	653
2	1,00 a	667	0,66 a	440
4	0,83 a	553	1,16a	773
6	1,00 a	667	1,01 a	673
8	0,85 a	567	1,10 a	733
10	0,88 a	587	0,83 a	553
Resíduo (QM)	0,049501			
F.	1,71		1,93	
C.V.	23 %		27,2 %	
DMS 5 % (Tukey)	n.s	n.s		

n.s - Não significativo.

Obs.- As produções por ensaio seguidas da mesma letra não diferem a 5% de probabilidade.

A falta de reação ao zinco pode estar relacionada a calagem já que a cultura no ensaio decorreu sem problemas.

Diversos trabalhos realizados por MIYASAKA et alii (1966 e 1967) em diferentes tipos de solo e em várias localidades do Estado de São Paulo, tem demonstrado que o feijoeiro dá respostas variáveis a aplicação de micronutrientes. Como nesses trabalhos os autores usaram sempre misturas de micronutrientes não há como indicar a participação do zinco.

#### CONCLUSÃO

1. Os resultados colhidos nos ensaios microbiológicos mostraram boa concordância (com os testes químicos e com as respostas do milho a aplicação de zinco em condições de campo.

2. A cultura do milho deu boas respostas a aplicação de zinco quando cultivado no solo Areias Quatzo-sas, correspondendo a uma dose econômica de 2,4 kg/ha de zinco.

3. Não houve efeito do zinco para o milho quando este foi cultivado no Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa.

4. Não houve efeito do zinco na produção do feijoeiro nas duas unidades de solos estudados.

5. O ensaio de vasos usando o milho como planta teste não foi eficiente na resposta dos solos as aplicações de zinco.

## SUMMARY

THE EFFECT OF THE APPLICATIONS OF ZINC  
IN SOILS OF THE "CERRADO" VEGETATION.

The present work was carried out with the objective of studying the effects of zinc applications on Red Yellow Latosol-sandy phase on Quartzous Sand under "cerrado" vegetation of São Simão, São Paulo State.

Chemical determinations of soluble zinc were made on soil samples of the experimental area collected before and after dolomitic lime applications.

Complementary microbiological tests of zinc were also made, employing the test of Aspergillus niger for zinc.

Simultaneously, field experiments were carried out with corn (Zea mays L.) and dry beans (Phaseolus vulgaris L.) to study zinc applications. A greenhouse experiment was also carried out corn seeded in pots to study zinc applications.

The main conclusions were the followings:

1. Microbiological tests were correlated with chemical analysis and with responses of corn in field conditions.
2. Corn response to zinc was observed on Quartzous Sand up to an economical dosis of 2,4 kg zinc/ha.
3. There wasn't responses from corn to zinc applications on the Red Yellow Latosol-Sandy phase.
4. There has been no response of dry beans to zinc on both soils.
5. The experiment on pots with corn was not efficient to

show response to applications of zinc.

#### LITERATURA CITADA

- BOUYOUCOS, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for making Mechanical Analysis of Soils. *Agronomy Journal* 45(9):434-439.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C., 1973. Levantamento do teor de zinco em alguns solos do Município de Piracicaba. Tese apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz", para provimento efetivo do cargo de Professor Catedrático da Cadeira n° 2, Química Agrícola. Piracicaba (SP), 96 p.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; FREIRE, O. & SILVEIRA, R.I., 1979. Zinco em alguns solos de Piracicaba. Aplicação por testes químicos. *Revista da Agricultura* 54:217-235.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; FREIRE, O; NEDER, R.N. E SILVEIRA, R.I. Zinco em alguns solos de Piracicaba. Avaliação por testes microbiológicos, *Revista da Agricultura* 55:63-81.
- BRITTO, D.P.P.S., CASTRO, A.F., MENDES, W., JACCOUD, A. RAMOS, D.P. & COSTA, F.A., 1971. Estudo das reações a micronutrientes em Latossolo Vermelho Escuro sob vegetação de cerrado. *Pesq. Agropec. Bras. Ser. Agron.*, 6:17-22.
- BROWN, A.L., KRANTZ, B.A. & MARTIN, P.E., 1962. Plant Uptake and Fate of Soil Applied Zinc. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 26:167-170.
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. & GARGANTINI, H. 1955. Amos-

- tragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. 69, Instituto Agrônomo de Campinas, 29 p.
- ESPIRONELLO, A., 1972. Estudos sobre Efeitos de Boro na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivada em alguns solos do Município de Piracicaba. Tese de Doutorado apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", da USP, Piracicaba (SP), 58 p.
- FREITAS, L.M.M., Mc Clung, A.C. & LOTT, W.L., 1960. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. Bol. 21. IBEC - Research Institute (SP). 31 p.
- HIROCE, R., BATAGLIA, O.C., MORAES, F.R.P., GALLO, J.R., NERY, C. & LAUN, C.R.P., 1973. Relações entre os teores de macronutrientes (NPK, Ca e Mg) das folhas de caféiro e as produções. Efeitos da adubação mineral nos teores de Enxofre, Boro e Zinco das folhas. Em Resúmenes da IX Reunión Latino Americana de Fitotecnia. p. 187.
- IGUE, K. & GALLO, J.R., 1960. Deficiência de zinco em milho no Estado de São Paulo. Bol. nº 21. IBEC- Research Institute, Matão (SP), 19 p.
- IGUE, K., BLANCO, H.G. & SOBRº, J.A., 1962. Influência do zinco na produção do milho. *Bragantia*, 21(16):263-279.
- JACINTHO, A.O., CATANI, R.A. & PIZZINATO, A., 1971. Extração e determinação do teor solúvel de zinco do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 28:275-285.
- JONES, M.B., QUAGLIATO, J. e FREITAS, L.M.M., 1970. Respostas da alfafa e algumas leguminosas tropicais e aplicações de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. *Pesq. Agrop. Bras.*, 5:209-214.

- LEMOS, R.C. et alii. 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim de Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, nº 12, Ministério da Agricultura.
- LOPES, A.S., 1984. Uso eficiente de fertilizantes com micronutrientes. In: Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira. EMBRAPA. DEP. 1984 pg 347-382.
- LOTT, W.L., Mc CLUNG, A.C., VITA, R. de e GALLO, J.R., 1961. Levantamento de cafezais em São Paulo e Paraná pela análise foliar. Bol. nº 26. IBEC - Research Institute, São Paulo. 72 p.
- MASCARENHAS, H.A.A., MIYASAKA, S., FREIRE, E. e IGUE, T., 1969. Adubação da soja. VI - Efeitos do Enxofre e de vários micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn, Fe e Mo) em Latossolo Roxo com vegetação de cerrado. Bragantia, 26:373-379.
- MIYASAKA, S., FREIRE, E.S., MASCARENHAS, H.A.A., PETTINELLI, A. e IGUE, T., 1966. Adubação mineral do feijoeiro. VIII - Efeitos de N, P, K, S e de uma mistura de micronutrientes em novas experiências conduzidas em Tatui e Tiête. Bragantia, 25 (36):393-405.
- MIYASAKA, S., MASCARENHAS, H.A.A., IGUE, T. e PARANHOS, S.B., 1967. Adubação mineral do feijoeiro. X - Efeitos de NPKS e de uma mistura de micronutrientes em Terra Roxa legítima e Terra Roxa misturada. Bragantia, 26(21):287-302.
- Mc CLUNG, A.C., FREITAS, L.M.M., MIKKELSEN, D.S. e LOTT, W.L., 1961. A adubação do algodoeiro em Solos de campo cerrado no Estado de São Paulo. IBEC. Research Institute. Boletim nº 27. 35 p.

- PIMENTEL GOMES, F., 1966. Curso de Estatística Experimental, ESALQ, USP, Piracicaba.
- VALADARES, J.M.A.S., 1972. O zinco em solos do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, São Paulo. 72p.
- VETTORI, L., 1969. Métodos de Análise de Solo. Boletim Técnico nº 7. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. EPE. Ministério da Agricultura, 24 p.
- WALLACE, T., 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms, Her Majestys Stationery Office, 1961, London. 125 p.
- WEAR, J.I. & SOMMER, A.L., 1948. Acid-extractable zinc of soils in relations to the occurrence of zinc deficiency symptoms of corn: A method of analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 12:143-144.