

EFEITOS DA APLICAÇÃO DE ZINCO E BORO EM SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE CERRADO.

CARLOS RICARDO PEREIRA LAUN
– Engenheiro Agrônomo –

**Prof. Dr. Moacyr de Oliveira Camponez do Brasil
Sobrinho**
– ORIENTADOR –

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
1975

HOMENAGEM POSTUMA

Ao meu saudoso e inesquecível pai

Eng^o Agr^o GEORGE FRIEDRICH LAUN

D E D I C O

A minha espôsa e aos meus filhos

A G R A D E C I M E N T O S

Desejamos expressar os nossos mais sinceros agradecimentos a todas as pessoas e entidades que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, e, de uma maneira muito especial as seguintes:

Prof. Dr. Moacyr de O.C. do Brasil Sobrinho pela orientação, ensinamentos e estímulos prestados durante todas as fases de execução deste trabalho.

Profª Drª Nelly Neder pela valiosa colaboração na parte referente aos ensaios microbiológicos.

Dr. Ondino C. Bataglia, da Seção de Química do IAC, técnicos de laboratório, Armando Porta e Vinicius Ferraz, do Departamento de Solos e Geologia da ESALQ pelos auxílios nos ensaios e análises de laboratório.

Dr. Hypolito A.A. Mascarenhas da Seção de Leguminosas do IAC pelas sugestões apresentadas.

Engenheiros Agrônomos Natal Antonio Vello e Toshio Igue, pela orientação na análise estatística.

Engº Agrº Clovis Nery, Chefe da Estação Experimental de São Simão, da EMBRAPA no Estado de S. Paulo, pelas facilidades oferecidas durante a execução dos ensaios de campo.

Engº Agrº Eduardo A. Bulisani da Seção de Leguminosas do IAC e Luiz M.M. de Freitas, pelo incentivo e revisão do texto.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas pela concessão da bolsa de estudos durante a vigência do curso e pelo auxílio financeiro.

Ao Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias Meridional (IPEAME) por permitir o nosso afastamento das atividades normais de técnico da Estação Experimental de São Simão, durante a realização do curso de Pós-Graduação.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. <u>Zinco</u>	3
2.1.1. O zinco no solo	3
2.1.2. O zinco na planta	7
2.1.3. O zinco em corretivos e adubos	13
2.1.4. Determinação do zinco solúvel do solo	13
2.1.5. Avaliação da disponibilidade do zinco por métodos biológicos	15
2.2. Boro	16
2.2.1. O boro no solo	16
2.2.2. O boro na planta	19
2.2.3. O boro em corretivos e adubos	22
2.2.4. Determinação do boro solúvel do solo	22
2.2.5. Avaliação da disponibilidade do boro por métodos biológicos	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Solos	25
3.2. Amostragem do solo	25
3.3. Características físicas dos solos	26
3.4. Características químicas dos solos	26
3.4.1. Determinação do zinco solúvel em HCl 0,1N	28
3.4.2. Determinação do boro solúvel do solo	29
3.5. Determinação do boro solúvel em HCl \pm 6 N do corretivo	29
3.6. Ensaios de zinco com o fungo <u>Aspergillus niger</u> L.)	30

	Página
3.7. Ensaaios de zinco com milho (<u>Zea mays</u> L.)	33
3.7.1. Ensaaios de casa de vegetação	33
3.7.2. Ensaaios de campo	35
3.8. Ensaaios de zinco no campo com feijão (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.)	38
3.9. Ensaaios de boro em casa de vegetação com giras - sol (<u>Helianthus annuus</u> L.)	40
3.9.1. Coleção de padrões	40
3.9.2. Testes com solos	42
3.10. Ensaaios de boro no campo com feijão (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.)	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1. Características químicas dos solos	44
4.1.1. Zinco dos solos solúvel em HCl 0,1 N	44
4.1.2. Boro solúvel dos solos	48
4.2. Ensaaios de zinco com o fungo <u>Aspergillus niger</u>	49
4.3. Ensaaios de zinco com milho	54
4.3.1. Ensaaios de casa de vegetação	54
4.3.2. Ensaaios de campo	59
4.4. Ensaaios de zinco no campo com feijão	68
4.5. Ensaaios de boro em casa de vegetação com girassol	73
4.6. Ensaaios de boro no campo com feijão	85
5. CONCLUSÕES	89
6. RESUMO	91
7. SUMMARY	93
8. LITERATURA CITADA	95
9. ADENDO	111

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das pesquisas em solos sob vegetação de cerrado, muitas informações têm sido divulgadas nos últimos anos, indicando o seu baixo nível de fertilidade como o principal problema a ser vencido (BRITTO et al, 1971).

Diversos pesquisadores têm afirmado ser a falta de fosforo o ponto fundamental, quando se considera o seu aproveitamento agrícola, entretanto, não excluem a necessidade do emprego de micronutrientes na fertilização desses solos, de um considerável interesse teórico e prático (Mc CLUNG et al, 1958).

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.

No Estado de São Paulo, têm sido observadas, deficiências de zinco em milho, e de zinco e boro em outras culturas, em 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 laboratório, casa de vegetação e de campo, os efeitos da aplicação dos micronutrientes zinco e 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.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Zinco

2.1.1. O zinco no solo

A quantidade de zinco na litosfera de acordo com Goldschmidt citado por LINDSAY (1972) é de aproximadamente de 80 ppm. Nos solos o teor desse elemento varia entre 10 e 300 ppm, para o total e de 0,1 a 5 ppm para o solúvel (SWAINE, 1955).

Para HODGSON (1963) a quantidade de zinco no solo oscila entre 40 e 58 ppm, mas desse total apenas uma pequena fração se encontra na solução do solo.

Em solos do Estado de São Paulo BRASIL SOBRº (1974) determinou em amostras do horizonte superficial (Ap), teores de 20 a 250 ppm de zinco total e de 0,36 a 2,50 ppm para o solúvel.

Os minerais calcários contendo carbonato de mag-

nésio, apresentam uma grande capacidade para conter o citado elemento, pela sua compatibilidade, com o íônio Mg^{+2} da rede cristalina do carbonato. A maior concentração de zinco no solo se verifica próximo a superfície, decrescendo com a profundidade, desempenhando a vegetação um papel preponderante na reciclagem desse íônio. Este sendo absorvido do sub-solo pelas plantas, encontra transito livre até as folhas; quando estas caem ao solo e sofrem decomposição, liberam o zinco de seus tecidos.

Havendo no solo teores de zinco disponível abaixo do nível crítico, a aplicação de quantidades apreciáveis de materiais calcários pode acarretar dificuldades à absorção de nutrientes pelas plantas devido à insolubilização do elemento (SEATZ e JURINAK, 1957). O zinco é constituinte da estrutura de vários minerais do solo. Os piroxênios, magnetita, biotita e hornblenda apresentam teores desse micronutriente compreendidos entre 50 e 100 ppm. Dentre os minerais primários contendo zinco que aparecem nos solos incluindo o zinco metálico podem ser citados: a Smithsonite ($ZnCO_3$); a Willemite $Zn_2(FeO_2)_2$ e a Calamine $(Zn_2SiO_4)_4 H_2O$. Na biotita $K(Mg, Fe)_3(AlSi_{10})(O_{14})_2$ e na Hornblenda $(Ca, Na, Fe, Al, Zn)_{7,8} (Al, Si)_{80} O_2 (OH)$ o Zinco ocorre na proporção de 50 ppm.

Nos minerais ferromagnesianos e na magnetita essa quantidade é duas vezes maior.

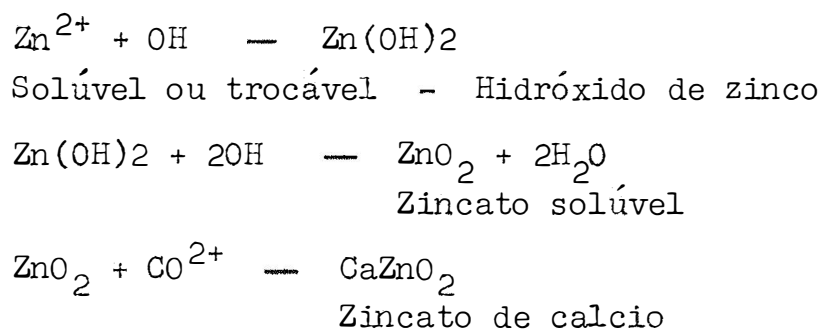
Provavelmente a maior reserva de zinco encontrada nos solos, provem das substituições isomórficas, em que esse cationio substitui o magnésio na camada octaedral dos minerais

de argila. Um exemplo notável desse tipo de substituição ocorre nos minerais do grupo da montmorilonita (OLSON e LUCAS, 1967). THORNE et al (1942) encontraram teores mais elevados de zinco em materiais calcários do que aqueles originários do granito, gnaisse ou quartzo.

De acordo com THOMPSON (1952) o zinco ocorre nos solos na forma catiônica ou em combinação com minerais primários e secundários. A solubilidade desse elemento é afetada pelo pH. Este decrescendo a valores inferiores a 5,25 a solubilidade e/ou disponibilidade aumenta. COOK (1962) diz que as deficiências de zinco ocorrem mais em solos cujo pH seja maior do que 6; entretanto, na Flórida, EUA, a carencia de zinco têm ocorrido também em plantas que se desenvolvem em solos com pH abaixo de 4,5; este fenômeno pode ser explicado pela exaustão do zinco do solo, através da lixiviação ou remoção pelas culturas. Jones et al, citados por MASCARENHAS (1970), concluíram que uma expressiva lixiviação do zinco pode ser esperada somente em solos com baixa capacidade de troca.

Como se refere MALAVOLTA (1967) os principais fatores que interferem na disponibilidade do zinco são: 1) (pH); 2) fixação pelos minerais de argila e finalmente 3) a precipitação pelos fosfatos.

Em solos cujo pH seja maior do que 7, segundo o autor, podem ocorrer as seguintes reações responsáveis pela fixação do elemento.



Citando um trabalho de Stewart e Leonard, HODGSON (1963) diz que a máxima disponibilidade de zinco ocorria a um pH 4, quando o zinco foi adicionado ao solo sob a forma de ZnSO_4 . Contudo quando se usou um complexante do tipo Zn EDTA a máxima disponibilidade era alcançada a um pH 7. Segundo autores, sabe-se que esses materiais tem a capacidade de manter os micronutrientes no seio da solução do solo, facilitando a absorção pelas plantas.

Dentre os quelatos mais comuns além daquele já acima citado, o Zn HEDTA e $\text{Na}_2\text{Zn EDTA}$ servem também de exemplos.

BERGER (1965) diz que nos Estados Unidos, se conseguiu mapear cerca de 30 estados carentes em zinco, identificando solos que oferecem problemas a diversas culturas de interesse econômico. A deficiência de zinco segundo o mesmo autor, ocorre mais frequentemente em solos turfosos e orgânicos, em solos ácidos muito lixiviados ou solos arenosos com baixo teor desse cationio. Solos com reação próxima a neutralidade, ou solos alcalinos com baixo nível de zinco disponível, também oferecem problemas ao desenvolvimento das plantas.

A carencia de zinco se verifica ainda em alguns

solos com elevado teor em fosforo sendo a deficiência mais acentuada em solos cujo horizonte superficial foi removido.

2.1.2. O zinco na planta

A absorção do zinco pela planta se dá na forma catiônica Zn^{2+} , entretanto não se exclue a possibilidade do aproveitamento de radicais aniônicos pelo vegetal.

JACOB e UEXKULL (1961) relatam que são limitadas as informações sobre as funções específicas do zinco na planta.

Não obstante, a frequente manifestação da sua carência em diversos pomares é um testemunho da sua importância no metabolismo vegetal.

Havendo deficiência do elemento, ocorre na planta um atrofiamento dos cloroplastos ficando a mesma com uma aparência anã e com a formação de rosetas. Como consequência do aparecimento destas últimas, a planta passa a exibir um considerável encurtamento dos entre-nós da ramificação mais jovem.

Segundo NUNES e LAIRD (1969) a função do zinco na planta é o de catalizar a síntese dos carboidratos, bem como as reações de desidrogenação. Além de estar relacionado com a formação de clorofila, ele desempenha um papel de relevância na síntese do triptofano, que é o precursor do ácido-indol-acético importante hormônio do crescimento vegetal.

BOWEN (1969) e SCHMIDT et al (1965) mostraram que o Cu^{2+} interfere mais na absorção do Zn^{2+} pelas plantas que o Mn^{2+} .

KEEFER et al (1972) reportam que recentes estudos têm indicado haver uma certa relação entre a habilidade fisiológica da planta em absorver o zinco na presença do fósforo contido no solo.

Em certos casos, relatam NEPTUNE e COURY (1958), a carência apresentada por determinada cultura pode não representar a falta do micronutriente, mas a pouca habilidade da cultura de retirá-lo do solo onde se encontra sob a forma pouco solúvel ou assimilável.

VIETS et al (1954) estudando o comportamento de diversas culturas de interesse econômico, concluíram ser o feijão, a soja e o milho entre outras, plantas muito sensíveis à carência de zinco.

Descreveram os sintomas de deficiência desse micronutriente no feijoeiro como sendo uma anomalia que se caracteriza pela paralização do crescimento do vegetal, passando o mesmo a exibir uma clorose internerval nas folhas mais velhas que num estágio mais avançado se transforma numa necrose.

BOAWN et al (1954) verificaram que pesadas aplicações de fertilizantes fosfatados não induziram o feijão a deficiência de zinco; dizem ainda que o zinco aplicado sob a forma de quelato é mais eficiente em termos de aproveitamento pelo

feijoeiro do que sob a forma de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

OSINAME et al (1973), conduzindo experimentos de campo em regiões de savana e de floresta, que ocorrem no oeste da Nigéria, na África, estudaram os efeitos da aplicação de diversas doses de zinco aplicadas a lanço sob a forma de $Na_2ZnEDTA$, tendo o milho como planta reagente. Comparando os níveis desse nutriente obtidos em amostras de solos coletados na época do florescimento com as quantidades encontradas nas folhas verificaram que nos solos sob floresta o teor de zinco era cerca de 2 vezes maior que nos solos sob savana. A luz desses dados, admitem os autores, que alguns fatores parecem limitar a absorção do zinco pelo milho nos solos da última região.

Dentre os fatores que afetam a assimilação do zinco pelo milho, OLSON e LUCAS (1967) citam a concentração desse micronutriente na solução do solo como o mais importante; segundo estes autores a quantidade de zinco requerida pelo cereal na solução do solo é muito pequena, sendo bastante provável que esse valor não exceda de 0,1 ppm.

Parece haver uma certa relação entre o fósforo e o zinco na nutrição do milho; o fósforo, segundo Burleson et al citados por CALDWELL e OHLROGGE (1967), induz a deficiência de zinco; assim, sob certas condições de clima e solo, pesadas aplicações de fósforo podem induzir a cultura a carência do elemento.

Em ensaio de adubação de milho realizado em Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa sob cerrado, que ocorre

no Município de São Simão (SP), BRITTO et al (1971) conseguiram aumentos de 7% na produção de milho em grãos, quando adicionaram 26 kg/ha de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ em formulações de NPK.

Esse mesmo pesquisador e seus colaboradores em 1971 utilizando a mesma planta indicadora estudaram num Latossolo Vermelho Escuro, também sob cerrado do Distrito Federal, e duas dosagens de NPK combinadas com 4 níveis de zinco, concluíram que o zinco foi necessário na dosagem de 10 kg/ha de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ quando associado a 90 kg de N, 150 kg P_2O_5 e 90 kg de K_2O por hectare para a obtenção de aumentos significativos da produção de grãos. Ainda no Distrito Federal FREITAS et al (1972) observaram em plantas desse cereal, cultivadas num Latossolo sob vegetação de cerrado sintomas típicos de carência de zinco.

O teor de zinco que pode ser encontrado nas folhas de plantas deficientes é de 20 ppm; em folhas de plantas normais esse teor é 5 vezes maior.

Estudando o efeito do sulfato de zinco e do cálcio no desenvolvimento, produção e teor nas folhas, IGUE e GALLO (1960) não verificaram sintomas de toxidez quando aplicaram 100 kg/ha de $ZnSO_4$ num solo arenoso do grupo Bauru inferior, que ocorre em Matão, no Estado de São Paulo.

FUERING (1966) estudando a interação de zinco e boro em populações de milho, bem como a relação entre a produção de grãos e a composição das folhas do cereal, concluiu que para determinados ambientes (solos alcalinos) altos níveis dos

citados elementos podem ser utilizados quando se usa um grande número de plantas por área, para assegurar a máxima produção de grãos.

No cafeeiro, LOTT et al (1961), relatam que o encurtamento dos internódios e uma redução do tamanho das folhas apicais da planta são os sintomas típicos de carência de zinco, frequentemente observados em cafezais paulistas durante a primavera.

CATANI et al (1967), dando publicidade aos resultados obtidos em análises químicas de diversas partes dessa rubiácea, concluíram que a produção de 1.000 pés com 2.000 kg de café em coco extrai cerca de 11 g de zinco.

HIROCE et al (1973), estudando as relações entre as produções e os teores de N, P, K, Ca e Mg das folhas dessa mesma planta, estudaram também os efeitos da adubação mineral nos teores de enxofre, boro e zinco das folhas; a luz dos dados obtidos concluíram que o aumento da produção decorrente do fornecimento simultâneo de boro e zinco foi devido principalmente a ação deste último.

Em plantas de soja a deficiência do zinco é caracterizada pela cor clara-parda-avermelhada das folhas.

Os sintomas se tornam mais severos na estação fria, mas desaparecem no verão; nos casos mais agudos de deficiência a produção chega a ser grandemente afetada; parece que esse elemento se redistribui facilmente na planta. Em razão dis-

so os sintomas de carência mais severos ocorrem nas folhas mais velhas (JACKSON et al, 1963). MASCARENHAS et al (1969), estudando a reação da soja comum (Glycine max L.) a diversos micronutrientes num Latossolo Roxo sob vegetação de cerrado, que ocorre no Município de Ipuã no Estado de São Paulo, não encontraram respostas significativas a zinco.

Utilizando um Regossolo e um Latossolo Vermelho Amarelo, também sob vegetação de cerrado, JONES et al (1970) obtiveram respostas de duas espécies forrageiras (Glycine javanica e Stylosanthes gracilis) ao citado micronutriente.

Em florestas de Pinus radiata localizadas no sul e oeste da Austrália, RAUPACH (1967) reporta que Lewis e Harding encontraram respostas a zinco. Os autores sugerem o uso de soluções a 2,5% de sulfato de zinco sob a forma de pulverização para prevenir a deficiência.

MALAVOLTA (1963) diz que a deficiência de zinco apresentada pelo cafeeiro parece estar associada a uma carência efetiva desse elemento no solo. A erosão e a lixiviação excessiva são fatores que contribuem para o empobrecimento do solo em zinco. No Estado de São Paulo o autor com base nos dados divulgados por Franco e Mendes reporta que em diversos tipos de solo tem sido observada a carência desse nutriente.

Investigando os teores de diversos nutrientes em amostras de folhas demais de uma centena de cafezais que povoam as principais unidades de solos do Estado de São Paulo GALLO et

al (1970) verificaram deficiências de zinco em duas dessas unidades: Latossolo Roxo e nos Podzolizados de Lins e Marília.

No Estado de Goiás, FREITAS et al (1960) obtiveram significativos aumentos da produção de milho e soja com aplicação de zinco num solo pertencente ao grande grupo Latossolo Húmico vegetação de cerrado.

2.1.3. O zinco em corretivos e adubos

A disponibilidade do zinco pode ser grandemente influenciada pelo tipo de fertilizante ou corretivo usada na fertilização dos solos. Bingham citado por MASCARENHAS (1970), verificou que materiais fosfatados oriundos do oeste dos Estados Unidos da América do Norte continham cinco vezes mais zinco do que aqueles originários do leste. No Brasil VALADARES et al (1974) estudando 32 fontes de calcário do Estado de São Paulo, verificaram que esses materiais contém em média 15,6 ppm como zinco total. MASCARENHAS et al (1973) verificaram que o superfosfato simples e o triplo contém respectivamente 18,4 e 129 ppm, em teores totais do elemento.

2.1.4. Determinação do zinco solúvel do solo

O teor total de um dado elemento determinado pela análise química do solo, não representa a medida da quantidade desse elemento que se encontra disponível para as plantas.

A fração mais solúvel é que provavelmente define melhor a riqueza de um solo.

Nas análises químicas são usadas soluções extratoras que devem imitar as raízes das plantas, quanto a capacidade de extração de nutrientes, enquanto, que nos testes biológicos utilizam-se microorganismos ou plantas com a mesma finalidade.

Dentre os métodos químicos encontra-se o do HCl 0,1N proposto por WEAR e SOMMER (1948). SAINZ e BORNEMISZA (1961) e JACKSON (1964) recomendam o emprego do acetato de amônio e ditizona em tetracloreto de carbono para a extração do zinco solúvel do solo.

Viets e Boawn, citados por LINDSAY (1972), confirmaram ser esse método tão eficiente na extração do zinco solúvel do solo como o do HCl 0,1N.

VALADARES (1972) também fez a extração do zinco solúvel pelo método do HCl 0,1N, quando estudou a ocorrência desse elemento em solos do Estado de São Paulo, confirmando também esse fato.

JACINTHO et al (1971), comparando diversos extratores de zinco do solo, concluíram que a extração desse elemento com soluções de ácidos inorgânicos e EDTA foram mais eficientes do que as soluções de $MgCl_2$ e de CH_3COOH .

ALLEY et al (1972) conduziram experimentos de ca

libração em 10 solos, com pH de 5,4 a 7,2 e com elevados teores de fósforo disponível, localizados no Coastal Plain Piedmont e na região do Appalachian Virginia, U.S.A. Segundo esses autores o uso do EDTA como extrator do zinco disponível do solo permitiu separar os solos melhor supridos daqueles deficientes nesse micronutriente, quando usaram milho como planta indicadora.

2.1.5. Avaliação da disponibilidade do zinco por métodos biológicos

MITSCHERLICH (1923) foi o primeiro pesquisador a desenvolver ensaios em vasos usando aveia como planta reagente, visando determinação de curvas de respostas a nutrientes minerais.

NEUBAUER e SCHNEIDER (1923) desenvolveram o método dos "seedlings" que tem por base a absorção dos nutrientes por um grande número de plantas de cevada, que se desenvolve em uma pequena quantidade de terra; decorrido um período relativamente curto (20 dias aproximadamente) os nutrientes são determinados quantitativamente pela análise química da planta inteira.

BROWN et al (1962) conduzindo experimentos com milho doce em vasos de polietileno de 1.600 g de capacidade, observaram boas correlações entre as respostas da gramínea a adição do zinco e a quantidade do nutriente encontrado no solo pelo teste químico.

Outro método biológico que tem sido usado com bastante sucesso é o método microbiológico do Aspergillus niger essa técnica de determinação do zinco disponível dos solos foi descrita por WALLACE (1961) na Inglaterra e modificada no Brasil por BRASIL SOBRº (1974); corresponde ao desenvolvimento do fungo sobre pequena quantidade de terra à qual se adiciona solução nutritiva específica. Decorrido um período de incubação, é efetuada a pesagem do micélio, base de aferição dos tratamentos.

Os testes biológicos compreendem ainda experimentos de campo, onde tratamentos são aplicados numa área de solo representativa, sendo que o sucesso desses experimentos está na escolha da planta indicadora que deve ser sensível ao elemento pesquisador (BRASIL SOBRº, 1974).

2.2. Boro

2.2.1. O boro no solo

Segundo BERGER (1965) o teor de boro total nos solos oscila entre 20 e 200 ppm. Nas regiões úmidas parte do boro total se encontra na turmalina, que é um borossilicato, contendo um variado teor de ferro, alumínio, magnésio, manganês, cálcio, lítio, sódio e potássio.

Esse mineral cuja fórmula geral é $\text{HgAL}_3(\text{BOH})_2\text{Si}_4\text{O}_{19}$ é o principal mineral do solo que contém boro.

Entretanto outras formas de minerais podem ocorrer

rer nos solos como o borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), colemanita ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e datolita $\text{Ca}(\text{BOH})\text{SiO}_4$.

O boro também aparece em pequenas quantidades na solução do solo ou adsorvido, sob a forma de boratos na fração coloidal do mesmo.

A maior parte do boro total das regiões úmidas é encontrada na matéria orgânica e somente uma pequena quantidade se encontra nos solos sob a forma solúvel; de um modo geral essa quantidade é menor que 5% do total.

Na matéria orgânica podem ser encontrados teores oscilando de 1 a 2 ppm que parecem se concentrar em maior quantidade na superfície do solo do que nas camadas inferiores (OLSON e LUCAS, 1967).

O teor de boro disponível do solo segundo Berger, citado por MALAVOLTA (1967), está compreendido entre 0,1 e 2,5 ppm.

Solos com textura leve, com baixo teor de argila e matéria orgânica, são muito suscetíveis a deficiência desse elemento (MALAVOLTA et al, 1967).

Eaton e Wilcox citados por HODGSON (1963) consideram três possíveis mecanismos para explicar a combinação do boro com os solos; a troca aniônica, a precipitação química e finalmente a adsorção molecular.

MILLAR (1955) dá notícias de que o teor de boro no solo não chega a ser elevado, exceção feita para algumas regiões onde a precipitação pluviométrica é baixa. Precipitação abundante das regiões tropicais e sub-tropicais proporcionam uma lixiviação intensa do elemento.

Segundo BUCKMAN e BRADY (1967) existe uma relação direta entre o pH e a disponibilidade do boro; sob condições ácidas este elemento se torna mais solúvel. Aparentemente nelas o boro ocorre sob a forma assimilável pelas plantas. Com a elevação do pH esse nutriente se torna menos disponível.

CATANI e BITTENCOURT (1972), citando trabalhos de diversos autores, afirmam também que a solubilidade do boro diminui com a elevação do pH. Essa observação também foi feita por BRASIL SOBR^o (1965).

Em solos contendo níveis de boro solúvel em torno de 0,6 ppm, aplicações de calcário capazes de elevar o pH a 5,8 podem induzir a deficiência desse micronutriente, com sérios reflexos à produção em plantas de cevada (GUPTA, 1972).

RUSCHEL et al (1970) estudando em condições de campo o efeito desse elemento e do molibdênio aplicados ao revestimento da semente do feijoeiro, encontram expressivas respostas ao boro que aumentou significativamente o nitrogênio total, o desenvolvimento das plantas e a produção.

2.2.2. O boro na planta

O teor de boro nos vegetais é muito variável. Esse elemento é essencial a formação dos tecidos meristemáticos em efetivo crescimento, sendo exemplos típicos as gemas apicais. Admite-se que o boro desempenha um relevante papel na translocação dos açúcares (MENDES, 1965).

Segundo Berger, citado por NUNES e LAIRD (1969), o boro pode ser absorvido pelas plantas em quaisquer das seguintes formas aniônicas: $B_4O_7^{2-}$, $H_2BO_3^-$, HBO_3^{2-} e BO_3^{3-} . Por ser um micronutriente é exigido pelo vegetal em pequenas quantidades, sendo que um excesso é tão prejudicial quanto a sua carência (BRAGA, 1971).

Uma vez no interior da planta esse elemento encontra uma certa dificuldade em se translocar de um órgão para o outro, característica essa que ele partilha com o cálcio (BRASIL SOBRº, 1965; MALAVOLTA, 1967).

HALL e ROBINSON (1961) dizem que os sintomas de carência de boro são semelhantes aos de manganês, sendo a sua absorção controlada pelo cálcio. HEEVE e SHIVE (1944), JONES et al (1944) e SARRUGE (1968) demonstraram que o excesso de cálcio interfere à absorção do boro pelas plantas.

Havendo carência de cálcio o algodoeiro pode apresentar baixos níveis de carboidratos nas raízes e alto nas folhas. Esse efeito está intimamente ligado a carência do micronutriente (DELVIN, 1968).

O algodão tipo Campinas 817 se mostrou bastante sensível a presença de boro com aumentos significativos da produção dessa malvácea em experimentos conduzidos por Mc CLUNG et al (1961).

Van Goor citado por MALAVOLTA (1973) encontrou estreita relação entre os níveis de cálcio e boro nas acículas de Pinus elliottii e a incidência de "dieback" nessa conífera.

GUPTA (1972) estudou o efeito da interação entre o boro e o cálcio em plantas de cevada, observando que os sintomas de toxidez ocorreram quando se adicionou 0,4 a 4 ppm de boro. A um pH de 5,3 o nível mais alto apresentou sintomas mais severos e no mais baixo os sintomas de carência não foram observados.

Parece ter sido COLLINGS (1958) um dos primeiros pesquisadores a descrever os sintomas de toxidez de boro. Usando uma solução nutritiva para o cultivo da soja verificou que 2,5 ppm de boro era suficiente para estimular o desenvolvimento normal, dessa leguminosa.

MILLAR (1955) reporta que a absorção do boro pelas dicotiledôneas se dá mais facilmente do que pelas monocotiledôneas.

EATON (1944) observou que algumas espécies de plantas cultivadas no inverno e no verão acumularam mais boro durante a primeira estação, entretanto, em outras espécies ocorre o contrário. O autor concluiu então que a relação entre as

condições climáticas e o nível aparente desse nutriente acumulada nas plantas, não pode ser generalizado a todas as espécies.

ALCARDE (1969) encontrou em folhas de plantas cítricas e de café 22, 4 e 72, 7 ppm respectivamente.

KURAMOTO et al (1970) encontraram em folhas jovens e velhas deficientes em boro de plantas de couve-flor cultivar Piracicaba nº 1, teores de 14 a 28 ppm respectivamente. Para plantas sadias os valores foram de 66 a 81 ppm.

Os autores descreveram os sintomas de carência desse nutriente da seguinte maneira: inicialmente ocorre uma diminuição na intensidade do crescimento. Num estágio mais avançado as plantas começam a mostrar uma "cabeça" que não se desenvolve, permanecendo atrofiada. Dai as folhas mais jovens começam a envolver a "cabeça" se atrofiando também; então ocorre a paralização completa do crescimento e as folhas mais velhas começam a exibir uma clorose internerval.

A deficiência de boro é de ocorrência mais comum durante o período seco do que na época das chuvas. Durante o período seco as raízes das plantas são forçadas a procurar o nutriente nas camadas mais profundas do solo. Já na estação chuvosa o seu aproveitamento se restringe a camada superficial onde esse elemento se encontra em maior proporção (BUCKMAN e BRADY, 1967),

Purvis, citado por MALAVOLTA (1967), diz que não se deve fornecer mais do que 5 kg de bórax por hectare por ser

essa leguminosa muito sensível ao citado micronutriente; para algumas plantas hortícolas 2,5 a 6 kg por hectare do sal são suficientes para se prevenir a carência.

2.2.3. O boro em corretivos e adubos

Uma excelente revisão bibliográfica sobre o boro no adubo foi feita por BRASIL SOBR^o (1965).

Segundo Page citado por COLLINGS (1958) o bórax é um sal excessivamente solúvel para ser empregado como fonte de boro; a colemanita ($B_6O_{11}Ca_2 \cdot 5H_2O$), cuja solubilidade é bem menor do que a do bórax pode substituir satisfatoriamente este último, principalmente em solos arenosos muito lixiviados, pois apresenta um maior efeito residual do que o primeiro.

O salitre do Chile ($NaNO_3$) e os sais potássicos do tipo Stassfurt possuem quantidades apreciáveis de boro. Tamém em calcário bem como nas cinza vegetais esse elemento pode ser encontrado (BRASIL SOBR^o, 1965).

2.2.4. Determinação do boro solúvel do solo

O teor de boro total do solo nem sempre representa a quantidade desse nutriente que se encontra sob a forma disponível para as plantas. Pela ocorrência de pequenas quantidades de boro total, que normalmente aparece na maioria dos solos

torna-se necessário estabelecer um certo critério na escolha do método para a sua determinação. Esse fato está correlacionado com a seguinte proposição: uma pequena fração do teor total do elemento representa a parcela assimilável (BRASIL SOBRº, 1965).

Pequenas quantidades de boro podem ser melhor determinadas pelos métodos colorimétricos da curcumina e da "quinizarina sulfurica". O método da curcumina, segundo ALCARDE (1969), possui alta sensibilidade e uma precisão bastante satisfatória, podendo ser usado com sucesso até mesmo na determinação do boro em plantas.

Dentre os métodos utilizados para a extração do boro situa-se o da água fervente.

Essa técnica recomendada por DIBLE, BERGER e TRUOG (1954) tem sido utilizada por diversos autores. CATANI et al (1970) utilizaram-se desse método para determinação do boro solúvel em amostras de solos coletadas na camada arável de um Latossolo Vermelho Amarelo, substituindo a solução de CaCl_2 pelo HCL 0,1N para facilitar a floculação, diminuindo assim a influência de interferentes.

Demonstraram também que o método de extração de boro por agitação mecânica do solo com o uso de uma solução 0,05 N de ácido acético é bastante eficiente podendo substituir com vantagens o método em que se utiliza a água fervente para a extração do elemento.

2.2.5. Avaliação da disponibilidade do boro por métodos biológicos

Colwell e Baker; Schuster e Stephenson citados por BERGER (1949) propuseram o método biológico de vasos para a determinação do boro assimilável do solo com o emprego do girasol (Helianthus annuus L.) como planta indicadora. Esse método, mais tarde aperfeiçoado por COLWELL (1943) se baseia na extração intensiva do nutriente medida pelo máximo desenvolvimento da planta, que cresce numa pequena quantidade de terra.

O "status" de boro do solo problema, é revelado pela planta quando esta começa a apresentar os sintomas de carência.

Como no caso do zinco a disponibilidade do boro nos solos pode também ser avaliada através de ensaios de campo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Solos

Como já citado na introdução os estudos foram desenvolvidos em duas unidades de solos, classificadas por LEMOS et al (1960) como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa e Regossolo, que o ocorrem na Estação Experimental de São Simão do Ministério da Agricultura.

Esses solos que estão localizados próximo ao paralelo de 21^o.29' de latitude sul e a uma altitude aproximada de 640 m se acham numa região submetida a uma precipitação pluviométrica média anual de 1.424 mm e a uma temperatura média de 25^oC.

3.2. Amostragem do solo

Depois de removida a vegetação natural, constituída de espécies típicas de "cerrado" que cobriam os solos pes

quisados, foram coletadas de cada unidade, para a realização dos testes de laboratório e de casa de vegetação cerca de 350 kg de terra do horizonte superficial, a uma profundidade de 0-20 cm, empregando-se o sistema de amostragem composta citado por CATANI et al (1955).

3.3. Características físicas dos solos

As características físicas dos solos expressas em porcentagem de argila, silte e areia foram determinadas pelo método de BOUYOUCOS (1951) e se encontram no Quadro 1.

QUADRO 1 - Análise granulométrica dos solos

Solos	T.F.S.A.		
	areia %	argila %	limo %
Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa	46,48	47,52	6,00
Regossolo	79,74	16,26	4,00

3.4. Características químicas dos solos

As análises químicas foram efetuadas depois que as amostras de solos foram secas ao ar e passadas por uma peneira com 2 mm de malha, com excessão das amostras, em que se determinou os micronutrientes; para estas últimas, utilizou-se uma peneira de plástico com 1 mm de abertura de malha (MARINHO e IGUE, 1971).

O pH foi determinado através de um potenciometro usando-se uma relação solo:água de 1: 2,5 de acordo com CATANI et al (1955).

Para a avaliação do carbono foi utilizado o método de Walkley e Black modificado por MALAVOLTA e COURRY (1954).

O fósforo solúvel e o potássio trocável foram extraídos com H_2SO_4 0,05 N e determinados de acordo com a descrição de CATANI et al (1955).

O calcio e magnésio e o alumínio trocáveis foram extraídos com KCl 1N e detectados segundo o que sugerem GLORIA et al (1964) e BRAUNER et al (1966) respectivamente.

A capacidade de troca de cations (CTC) e o índice de saturação de bases (V%) foram obtidos da seguinte maneira: a primeira pela soma das bases trocáveis, K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , mais os ionios responsáveis pela acidez do solo, H^+ e Al^{3+} . O segundo expresso em porcentagem (V%) foi obtido pela relação, entre a soma das bases trocáveis multiplicada por 100 e a CTC.

Os resultados das determinações se encontram no Quadro 2.

QUADRO 2 - Características químicas dos solos usados nos ensaios.

	LVA-fase arenosa	Regossolo
pH H ₂ O (1: 2,5)	4,30	4,20
C%	1,23	0,54
V%	16,00	18,00
PO ₄ ⁼ meq/100g	0,04	0,03
K ⁺ "	0,13	0,10
Ca ²⁺ "	0,80	0,32
Mg ²⁺ "	0,56	0,42
Al ³⁺ "	1,10	0,70
H ⁺ "	6,08	3,00
CTC "	8,67	4,50
Zn ²⁺ ppm	0,73	0,94
B ppm	0,16	0,36

3.4.1. Determinação do zinco solúvel em HCl 0,1N

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

Na extração, 5g de TFSA colocadas num erlenmeyer de 125 ml, foram agitadas com 50 ml de solução de HCl 0,1N, durante 1 hora, num agitador horizontal. Após filtração o extrato foi levado ao espectrofotometro de absorção atômica provido de lampada catodo oco de zinco, onde se procedeu as leituras,

comparadas com soluções padrões de zinco, contendo de 0,1 a 3 ppm de zinco. As determinações foram feitas sempre em duplicata.

Os resultados dessas determinações encontram-se também no Quadro 2.

3.4.2. Determinação do boro solúvel do solo

O boro solúvel foi extraído pelo tratamento do solo com água fervente durante 5 minutos e determinado pelo método da curcumina segundo a técnica de Dible et al, citado por DEL RIO e BORNEMISZA (1961) e modificada por CATANI et al (1970) que substituiu a solução de CaCl_2 pela de HCl 0,1N como flocculante de coloide.

Esses dados analíticos encontram-se no Quadro 2.

3.5. Determinação do boro solúvel em HCl ± 6 N do corretivo

Foi feita também a determinação do boro solúvel em HCl ± 6 N, do calcário usado nas experiências de campo. O método utilizado nessa determinação foi o da curcumina, segundo DIBLE, BERGER e TRUOG (1954).

A preparação do extrato foi feita de acordo com o que descreve VALADARES et al (1974), da seguinte maneira:

1g de uma amostra moída do material foi umede -
cida com água desionizada e tratada com 10 ml de uma solução
de HCl destilado \pm 6 N.

Após 12 horas de contato, levou-se em banho-ma -
ria até a secura completa, sendo o resíduo retomado com 20 ml
de HCl 0,1N. Agitou-se e tomou-se 1 ml para a determinação.

Esta foi feita pelo método da curcumina segundo
a técnica de Dible, Berger e Truog. As análises foram feitas em
2 repetições.

O teor de boro solúvel determinado no calcário
foi de 10 ppm.

3.6. Ensaio de zinco com o fungo *Aspergillus niger*

Com a finalidade de se obter uma confirmação das
análises químicas e da disponibilidade do zinco no solo, rela -
cionadas com a escolha do extrator, foram realizados dois en -
saio de laboratório utilizando as amostras de solos que recebe
ram tratamento com calcário. Diversas doses do elemento, cons -
tituindo os tratamentos abaixo relacionados, foram adicionadas
a frascos "Erlenmeyers" de 250 ml de capacidade contendo 250 mg
de solo e 50 ml de uma solução basal purificada para zinco, com
os demais elementos nutritivos.

Tratamentos	microgramas/frasco 250 ml
A	0
B	2

Tratamentos	microgramas/frasco 250 ml
C	4
D	6
E	8
F	10

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados com 3 repetições.

Na relação dada a seguir são apresentadas as substâncias doadoras dos nutrientes que entraram na composição da solução basal, com as respectivas concentrações, como também com as quantidades por litro de solução.

Substâncias	Concentração	ml/litro de solução
KNO_3	1 M	69
KH_2PO_4	1 M	11,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1 M	2,8
CaNO_3	1 M	3,05
FeSO_4	-	traços
CuSO_4	-	"
MnSO_4	-	"
Na_2Mo_2	-	"
Água desmineralizada	-	920 ml
pH	-	3,8
Glicose	-	50 g/litro

A inoculação do Aspergillus no meio nutritivo, foi feita depois da realização de um teste preliminar de competição entre linhagens de fungo, existentes na micoteca do Instituto Zimotécnico^(*), no qual se verificou aquela que apresenta-

(*) Anexo ao Departamento de Tecnologia da ESALQ-USP.

va maior sensibilidade ao citado micronutriente.

Dentre as linhagens estudadas a IZ 52 foi a que mostrou maior sensibilidade ao zinco. A técnica de preparação da cultura foi feita da seguinte maneira:

Inicialmente a cultura foi conservada em meio inclinado de Czapeck, esterilizada sob pressão, na temperatura de 121°C durante 10 minutos. A composição do meio era a seguinte:

Composição do meio de Czapeck

NaNO ₃	2,00 g
K ₂ HPO ₄	1,00 g
MgSO ₄	0,50 g
KCl	0,50 g
FeSO ₄	0,01 g
Sacarose	200,00 g
Agar	20,00 g
H ₂ O destilada	1.000ml
pH = 6	

Antes do fungo ser usado nos experimentos, foi feita a sua transferência para o citado meio, incubando-se a uma temperatura de 28°C durante 5 dias em um tubo de ensaio. A seguir efetuou-se nova transferência do material desse tubo, sob idênticas condições, e decorridos 5 dias de desenvolvimento, a cultura foi usada como inóculo. Para a preparação deste último procedeu-se do seguinte modo: transferiu-se para um frasco contendo água desmineralizada, com auxílio de uma alça, os esporos da cultura do fungo. Depois de uma agitação fêz-se a

contagem dos esporos em uma lâmina de Neubauer; em seguida procedeu-se a sementeação de 0,1 ml dessa suspensão em cada um dos frascos, contendo 50 ml da solução basal previamente purificada para zinco. A concentração final por ml de meio de cultura foi de aproximadamente 10^5 esporos.

Após a inoculação dos meios de cultura os frascos foram incubados durante 5 dias a 28°C.

Decorrido esse período o micélio foi coletado com o auxílio de uma alça de platina e transferido para cápsula de alumínio de 30 cm³ (5 cm de diâmetro x 1,5 de altura) obtidas por intermédio de uma folha de alumínio prensada numa prensa de madeira. O peso de cada cápsula oscilava entre 350 e 400 mg.

A seguir os micélios foram levados à estufa a temperatura de 75°C onde permaneceram por mais de 3 dias, sendo pesados depois de completamente secos.

3.7. Ensaio de zinco com milho (Zea mays L.)

3.7.1. Ensaio de casa de vegetação

Os ensaios de casa de vegetação foram realizados em vasos de polietileno, contendo 2 kg de terra cada vaso.

A técnica empregada foi aquela utilizada por BROWN et al (1962) e por BRASIL SOBRº (1974).

O delineamento experimental empregado foi o de blocos inteiramente casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições.

Antes da instalação dos ensaios foi feita a correção dos solos, empregando-se o equivalente a 2 t/ha de CaCO_3 p.a para o Regossolo e 4 toneladas para o Latossolo.

Essas quantidades foram obtidas através de curvas de neutralização em experimentos de incubação.

Todas as providências cabíveis foram tomadas no sentido de se evitar as possíveis fontes de variação entre os tratamentos, dando-se assim condições idênticas de ambiente a todos os vasos. Assim semanalmente era feito o rodízio aleatório dos mesmos.

Os tratamentos foram:

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

O plantio do milho foi efetuado na primeira quinzena de setembro de 1973 empregando-se a variedade Centralmex procedente do Instituto de Genética^(*).

(*) Anexo ao Departamento de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo - Piracicaba (SP).

Foram semeadas 8 sementes por vaso, desbastando-se para 4 plantas 8 dias após a germinação.

Depois dessa operação o milho começou a receber uma solução nutritiva contendo todos os nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento, com exceção do zinco. A solução foi purificada para este último elemento e passou a ser administrada inicialmente em dias alternados, e, posteriormente, todos os dias na dosagem de 50 ml por vaso. Para as irrigações usou-se sempre água dismineralizada (BRASIL SOBRº, 1974).

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

A colheita foi efetuada quando o milho contava com 50 dias de idade, sendo as plantas secas em estufa a 75°C por mais de 5 dias, após o que se fez a pesagem.

3.7.2. Ensaio de campo

Os ensaios de campo foram instalados, um numa área de Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa e o outro numa gleba de Regossolo, ambas conforme já foi citado no item 3.1., ocorrendo em terras da Estação Experimental de São Simão, do Ministério da Agricultura, no Estado de São Paulo.

O delineamento experimental empregado foi o de

blocos ao acaso, com 6 tratamentos e 4 repetições.

Na relação dada a seguir encontram-se discriminados os tratamentos:

A	-	0	kg/ha	de	zinco
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 27,30% de CaO e 14,10% de MgO, passando totalmente na peneira n^o 10 (com 2 mm de abertura de malha) e 50% na peneira de n^o 50 (0,297 mm de abertura de malha), de acordo, portanto, com a legislação vigente no País (VERDADE et al, 1968). As quantidades aplicadas corrigidas para o teor de CaCO₃ foram de 4 t/ha para o Latossolo e 2 t/ha para o Regossolo.

A aplicação foi feita a lanço 3 meses antes do plantio; metade do corretivo foi aplicado antes da aração e a outra metade após essa operação seguida de uma gradagem a disco.

Decorridos 3 meses, da operação foram colhidas amostras de solos para análises química seguindo-se o mesmo critério anteriormente adotado.

Uma adubação básica foi aplicada no dia do plantio do milho que foi efetuado em meados de novembro de 1973, empregando-se 600 kg/ha de uma mistura contendo 20, 80, 60 kg de

N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, juntamente com os micronutrientes B, Mn, Mo e Cu nas dosagens de 10, 30, 1 e 5 kg/ha dos sais respectivos.

Aos 45 dias de idade das plantas foram aplicados em cobertura 40 kg/ha de Nitrogênio.

Os adubos que forneceram os nutrientes foram os seguintes:

Sulfato de Amônio	(20% de N)
Superfosfato Simples	(20% de P_2O_5)
Cloreto de Potássio	(60% de K_2O)
Sulfato de Manganês	(23% de Mn)
Borax	(10,6% de B)
Molibdato de amônio	(54% de Mo)
Sulfato de Cobre	(25% de Cu)

O zinco representado pelo sulfato de zinco hidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), com 22% do elemento foi aplicado em mistura com os outros fertilizantes no dia do plantio (IGUE e GALLO, 1960).

Como nos ensaios de casa de vegetação, foi usada também a variedade Centralmex.

As parcelas se constituíram de 5 fileiras de 10 m de comprimento espaçadas de 1,00 m entre si, tendo portanto uma área bruta de 50 m².

As covas dentro das fileiras foram distanciadas

de 0,40 m, conservando-se duas plantas em cada cova. O desbaste foi efetuado quando o milho alcançou a altura de 0,20 m.

Os tratos culturais efetuados foram os recomendados para essa cultura.

Para fins de registro, na colheita, que foi feita em meados de abril de 1974, foram eliminadas uma fileira de cada margem da parcela, bem como uma cova em cada fileira, colhendo-se por conseguinte somente uma área de 27 m².

3.8. Ensaio de zinco no campo com feijão (Phaseolus vulgaris L.)

Os ensaios com feijão foram instalados na primeira quinzena de novembro de 1973, a fim de se verificar, pela produção de grãos, a reação dessa leguminosa ao zinco.

Esses ensaios foram desenvolvidos nos mesmos solos, ao lado dos experimentos de milho.

O plano experimental constou de um delineamento em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições.

As doses de zinco que constam da relação dada em 3.2.1 foram as mesmas usadas para o milho; o zinco usado foi na forma de ZnSO₄ hidratado com 22% do elemento.

Com relação a adubação a mesma foi feita na base

de 40, 100 e 30 kg/ha de NP_2O_5 e K_2O respectivamente, nas formas de sulfato de amônio (20% N), superfosfato simples (20% P_2O_5) e cloreto de potássio com (60% de K_2O). A essa formulação foi adicionada a mesma mistura de micronutrientes empregada nos ensaios de milho.

O fósforo, potássio e a mistura da micronutrientes, inclusive o zinco, que funcionou como variável, foram aplicados em sulcos laterais 0,05 m ao lado daqueles destinados as sementes.

O nitrogênio foi aplicado em cobertura parcelando-se as doses em duas frações iguais. A primeira, aplicada aos 8 dias após a germinação e a outra, 10 dias depois da aplicação da primeira.

As parcelas tiveram 8 linhas de 7 metros de extensão, no espaçamento de 0,50 m entre si. Contudo, na colheita efetuada em fins de janeiro de 1974, foram aproveitadas para fins de registro, somente as 6 fileiras centrais, correspondendo a 15 m² de área útil. Para isso desprezou-se 1 metro em cada cabeceira.

Foram utilizadas 3 sementes por cova, a cada 0,20 cm dentro das linhas.

Empregou-se o cultivar "carioca", de alta capacidade de produção na região e de boa aceitação comercial.

O desbaste para duas plantas por cova foi efetuado após a emergência das plantas.

3.9. Ensaios de boro em casa de vegetação com girassol
(Helianthus annuus L.)

3.9.1. Coleção de padrões

Foram conduzidos dois ensaios, tendo como substrato a sílica. Esses ensaios foram realizados em vasos de 500 ml de capacidade, pintados internamente, com uma tinta betuminosa vendida no comércio com o nome de NEUTROL 45^(*), contendo cada vaso 500 g de sílica. A finalidade desses ensaios foi a de testar, entre duas variedades de girassol, a Guaycan - semente riscada e a Peohem - semente preta, qual apresentaria melhores condições como planta reagente na coleção de padrões de boro.

A técnica empregada para a execução desses ensaios foi a mesma utilizada por COLWELL (1943); SCHUSTER e STEPHENSON (1940); FRANCO (1957); BRASIL SOBRº (1965) também usada por ESPIRONELLO (1972).

A sílica usada como substrato nesses ensaios, foi previamente lavada com água de torneira, uma solução de HCl a 10% durante 48 horas e, finalmente, com água destilada, até a eliminação de todo o cloreto.

Como fonte de nutrientes foi usada uma solução nutritiva de Colwell, citado por BRASIL SOBRº (1965), a qual continha todos os elementos essenciais ao desenvolvimento do girassol, com exceção do boro que foi adicionado em doses cres-

(*) Neutrol 45 - tinta betuminosa fabricada por Otto Baumgart, São Paulo, Estado de São Paulo.

centes conforme demonstra o Quadro 3.

QUADRO 3 - Quantidades de boro adicionadas a coleção de padrões tendo a sílica como substrato.

Dias após a semeadura	Solução de H_3BO_3 g/l	ppm de Boro						
		0,0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
9	0,026	-	5	5	5	5	5	5
14	0,026	-	5	5	10	10	10	15
19	0,026	-	-	10	15	10	15	15
25	0,026	-	-	-	-	15	20	25

O esquema experimental usado nas duas experiências foi o de blocos inteiramente casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições.

O plantio do girassol foi feito em março de 1973 tendo-se colocado 10 sementes em cada vaso. O desbaste para 5 plântulas por vaso foi efetuado aos 9 dias após a germinação.

A solução nutritiva foi fornecida em dias alternados a partir do desbaste, na quantidade de 10 ml até aos 14 dias após a emergência das plantas. Daí até a colheita que se deu em maio de 1973, foram acrescentados mais 15 ml perfazendo um total de 25 ml, também fornecido em dias alternados.

Procurou-se manter um teor de água adequado nos vasos, o suficiente para evitar a eventual perda da turgidez de uma ou outra planta de cada vaso, utilizando-se sempre água des

tilada nas irrigações.

Tres foram os tipos de mensurações realizadas nas plantas: o valor-idade, o desenvolvimento em altura, medido em centimetro e peso da matéria seca em gramas. As duas últimas foram feitas aos 70 dias, ocasião em que foi efetuada a colheita dos ensaios.

O valor-idade era tomado através do exame das plantinhas a cada dois dias, verificando-se os sinais de carência do elemento, caracterizados por uma clorose do par terminal de folhas. Num estágio mais avançado o 2º par se tornava brilhante, sobrevindo uma necrose e finalmente a morte da gema terminal, resultando como consequência, a completa paralização do crescimento das plantas.

As anotações foram feitas quando a primeira planta de cada vaso mostrava os sintomas iniciais da deficiência. A cada 20 dias foram tomadas as alturas das plantas. Com exceção da última medida que foi feita 10 dias após a penultima.

3.9.2. Testes com solos

Nos testes com os solos houve necessidade de se fazer a correção da acidez dos mesmos, tendo em vista as dificuldades encontradas pelo girassol para se desenvolver sob condições muito acidas proporcionadas pelos solos estudados. Esta correção foi feita com CaCO_3 p.a na base de 4 t/ha para o Latossolo Vermelho Amarelo e 2 t/ha para o Regossolo.

A variedade usada como planta reagente no teste dos solos foi a Peohem visto ter se apresentado superior a Guaycan, nas condições em que foram realizados esses ensaios preliminares em sílica.

Nesses testes também se fez a medição das alturas adotando o mesmo critério da coleção de padrões.

3.10. Ensaio de boro no campo com feijão (Phaseolus vulgaris L.)

O procedimento para a condução desses ensaios realizados no campo foi semelhante aquele desenvolvido nos estudos em que se pesquisou a reação dessa leguminosa em presença do zinco.

Entretanto, enquanto nos estudos realizados com este último micronutriente o boro participava numa dosagem constante, juntamente com os outros macro e demais micronutrientes, nestes ensaios, ele variou de 0, 1, 2, 3, 4 e 5,0 kg/ha, fornecido sob a forma de borax com 10,1% do elemento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características químicas dos solos

Os resultados das análises químicas e granulométricas realizadas nas amostras compostas, coletadas nas áreas onde foram instalados os ensaios de campo, confirmam as características dos Latossolos Vermelho Amarelo - fase arenosa, bem como dos Regossolos, isto é, solos bastante ácidos com baixos teores de Ca + Mg e fósforo assimilável.

Esses dados conforme já foi relatado no capítulo anterior podem ser observados nos Quadros 1 e 2, sendo que aqueles obtidos após a operação de calagem, são apresentados no Quadro 4 deste capítulo.

4.1.1. Zinco dos solos solúvel em HCl 0,1N

Os dados analíticos do zinco solúvel em HCl 0,1N expressos em ppm, determinados depois da calagem, podem ser ob-

servados no Quadro 5.

QUADRO 4 - Características químicas dos solos depois da operação de calagem.

	LVA-fase arenosa	Regossolo
pH H ₂ O (1: 2,5)	5,60	5,70
C%	1,11	0,54
V%	33,02	37,90
PO ₄ ⁼ meq/100g	0,04	0,03
K ⁺ "	0,11	0,14
Ca ²⁺ "	1,86	0,88
Mg ²⁺ "	0,87	0,48
AL ³⁺ "	0,29	0,13
H ⁺ "	5,44	2,32
CTC "	8,56	4,85

QUADRO 5 - Níveis de zinco solúvel em HCl 0,1N determinados em amostras de solos coletadas depois da calagem.

Solos	Zinco
	ppm
LVA - fase arenosa	0,75
Regossolo	0,38

Confrontando-se os valores encontrados nas análises do zinco, com aqueles determinados por SWAINE (1955) e por VALADARES (1972), verifica-se que os mesmos estão dentro dos limites de variação encontrados pelo primeiro autor e se aproximam bastante dos valores detectados pelo segundo.

Observa-se ainda pelo exame desse mesmo quadro que houve um sensível decréscimo do teor de zinco, no solo classificado como Regossolo depois do mesmo ter recebido tratamento com calcário.

A literatura científica tem indicado a existência de uma relação inversa, entre o pH e a solubilidade desse elemento nos solos, principalmente quando se pratica a calagem.

Assim WEAR (1956) considera o pH como o fator de maior influência na disponibilidade desse nutriente nos solos.

Entretanto, como se refere SILVEIRA (1972), em condições de elevada acidez, a fixação do zinco pode também ocorrer pela formação de compostos insolúveis, contendo esse micronutriente.

Solos com baixo teor de zinco, quando tratados com calcário, podem ter a disponibilidade e/ou a solubilidade desse nutriente diminuída (SEATZ e JURINAK, 1957; TISDALE e NELSON, 1966; MIKKELSEN et al, 1963).

IGUÉ e GALLO (1960) verificaram uma interação entre calcário e zinco pelo teor desse nutriente encontrado nas folhas do milho. Nos tratamentos com calagem o teor de zinco nas folhas era menor do que nos sem calagem.

No caso presente do Regossolo, é possível que tenha havido uma lixiviação do zinco e não a sua fixação, uma vez que o fenômeno ocorreu somente no solo de textura mais leve e

com menor capacidade de troca de cations (CTC).

Os regossolos como se sabe são ricos em macroporos o que facilita sobremaneira a rápida passagem da água através de seus perfis.

BARROWS et al (1960) relatam que o zinco pode sofrer uma apreciável lixiviação nos solos arenosos.

Segundo THORNE et al (1942) as perdas do elemento são muito mais rápidas nas rochas silicatadas do que nas cálcicas durante os processos de intemperismo.

Também Jones et al citados por MASCARENHAS (1970) admitem que em solos com baixa capacidade de troca de cations o zinco pode sofrer uma expressiva lixiviação o que reforça ainda mais a hipótese formulada.

É necessário ressaltar que a precipitação ocorreu entre os períodos de amostragem, isto é, antes da calagem, efetuada em meados de agosto de 1973, até o florescimento do milho que se deu em fins de janeiro do ano de 1974, época em que se fez a 2ª amostragem, foi aproximadamente de 1.053 mm.

BRASIL SOBRº (1974) desenvolvendo estudos sobre a percolação do zinco em coluna artificial de solos que receberam uma quantidade de água equivalente a uma precipitação pluviométrica aproximada de 100 mm, verificou que esse elemento se distribuía com a lixiviação apenas nas primeiras camadas superiores dos solos mais pesados, isto é, naquelas que encerravam

maiores quantidades de argila. Já nos solos mais leves, por conseguinte mais arenosos, o zinco era carregado até uma camada de 9 cm de profundidade, o que mais uma vez indica a possível lixiviação do zinco no solo ora pesquisado.

4.1.2. Boro solúvel dos solos

Com relação ao boro, nota-se que os teores encontrados antes da calagem dos solos, foram de uma maneira geral menores do que aqueles determinados depois dessa operação.

No solo mais argiloso contudo o teor desse elemento aumentou em mais de 50% aproximadamente.

Esses resultados que podem ser vistos nos Quadros 2 e 6 estão de acordo com os dados divulgados por HERMANDO et al (1963) e por CATANI et al (1970).

QUADRO 6 - Níveis de boro solúvel determinados em amostras de solos coletadas depois da calagem.

Solos	Boro
	ppm
LVA - fase arenosa	0,38
Regossolo	0,44

BRASIL SOBR^o (1965) com o uso de idêntico extrator encontrou para as mesmas entidades de solos estudadas quan-

tidades menores, fato que talvez possa ser atribuído ao problema de amostragem.

Como se referem HOROWITZ e DANTAS (1973) o limite de 0,50 ppm de boro solúvel extraído, em água fervente, representa o nível abaixo do qual os solos são considerados pobres nesse micronutriente.

O mecanismo que explique o aumento no teor de boro provavelmente estará ligado ao efeito do calcário na atividade microbiana sobre a matéria orgânica do solo; em segundo lugar a adição de boro como impurezas do próprio calcário.

Também a água das chuvas pode ter contribuído para esse aumento. De acordo com MUTO (1952) ela pode contar com 0,02 a 0,04 ppm de boro; esses teores apesar de baixos podem contribuir para o enriquecimento dos solos nesse micronutriente.

4.2. Ensaio de zinco com o fungo "Aspergillus niger"

Os dados de produção do micélio seco a 75°C, em miligramas, representando médias de 3 repetições são apresentadas no Quadro 7.

Pelo exame desse quadro verifica-se na parte referente da análise da variância que houve efeito altamente significativo para tratamentos, pelo teste F, em ambos os solos pesquisados.

QUADRO 7 - Dados médios do peso do micelio seco a 75°C do fungo Aspergillus niger obtidos em ensaios de laboratório com aplicação de doses crescentes de zinco em dois solos sob cerrado.

Zinco aplicado por 250 mg de solo	Peso de micelio seco	
	LVA-fase arenosa	Regossolo
ug	mg	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
Residuo (QM)	5.605,55	4.694,44
F.	35,18 **	23,50 **
C.V.	9,33	10,29 %
DMS a 5% (Tukey)	205,32	187,89

** - Significância a 1% de probabilidade

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

Verifica-se ainda que o coeficiente de variação revelou boa precisão experimental.

A aplicação do teste Tukey a 5% mostra que não houve diferenças significativas na produção de micelio entre as doses de zinco adicionadas aos solos em apreço. No tratamento

onde a fonte de zinco era apenas o solo, a produção se apresentou significativamente inferior aos demais. Pelos estudos de regressão efetuados verificou-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. Embora tenha ocorrido a regressão de 3º grau de difícil explicação, tanto esta como a de 2º grau mostram que a partir da dose de 2 microgramas não houve mais reação favorável a adição do zinco para os dois solos. Nota-se ainda pelo exame das curvas obtidas nesses estudos que elas se assemelham entre si.

Entretanto, aquela construída com a produção do micélio oriundo do solo classificado como Regossolo se apresentou com valores menores, dando a impressão ser esse solo mais pobre em zinco, o que está de acordo com os resultados obtidos nas análises químicas.

Comparando-se os dados alcançados no presente ensaio com aqueles obtidos por BRASIL SOBRº (1974) em ensaios com generes, observa-se que os valores encontrados pelo referido autor são bem menores. Uma possível explicação para esse fato que parece confirmar as observações daquele pesquisador, se relaciona com o número de dias de incubação, que foi de 5 dias no presente caso e não de 7 como no trabalho do autor. Muito embora se reconheça que uma maior produção de micélio possa facilitar a manipulação do material e outros eventos técnicos, optou-se pelo período mais curto, pois um tempo maior de incubação, talvez pudesse provocar um excessivo crescimento do fungo, até mesmo no tratamento onde a fonte de zinco era o solo, masca

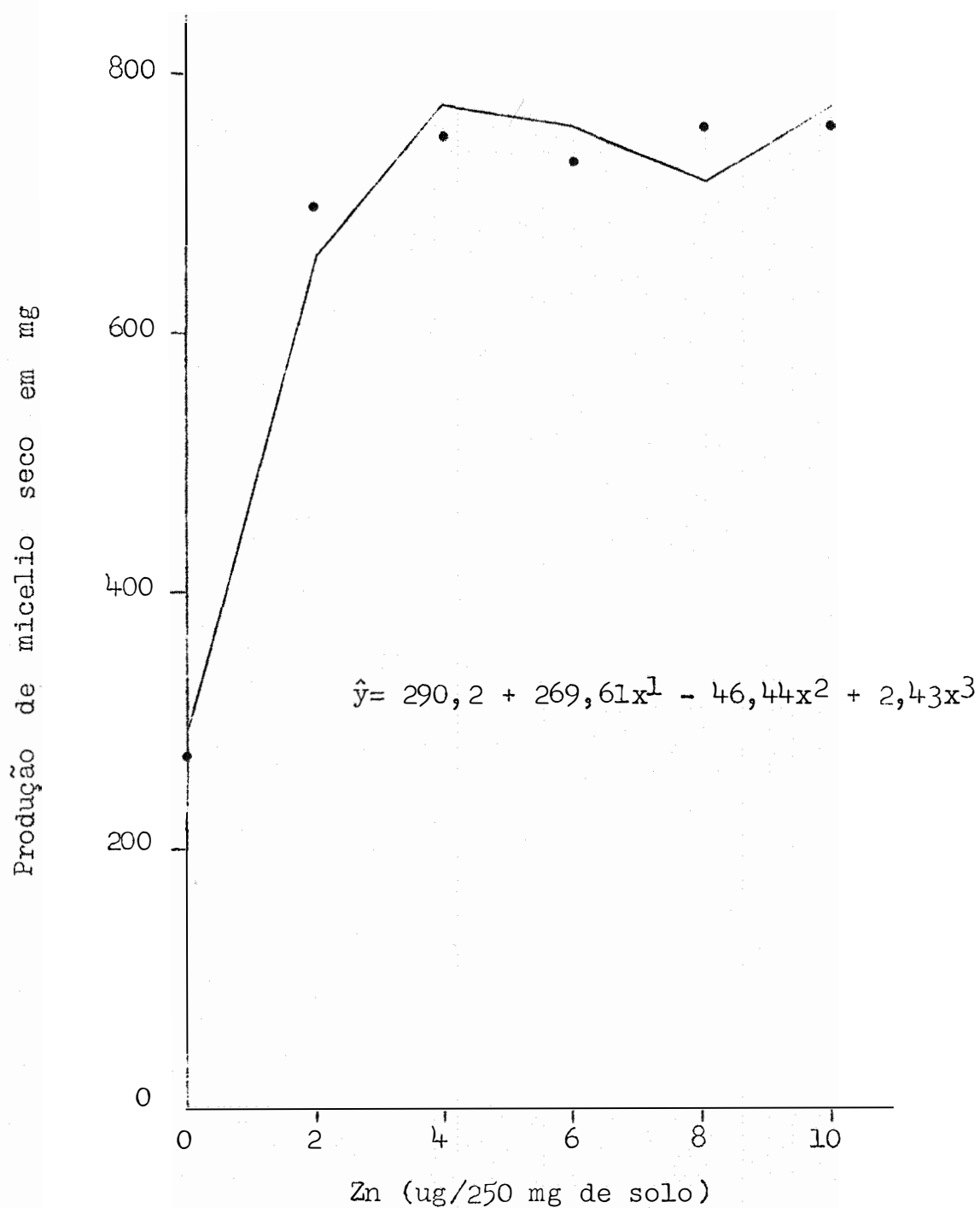


FIGURA 1 - Representação gráfica da equação de regressão obtida com aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção de micélio seco de fungo Aspergillus niger (y) em Regossolo sob vegetação de cerrado.

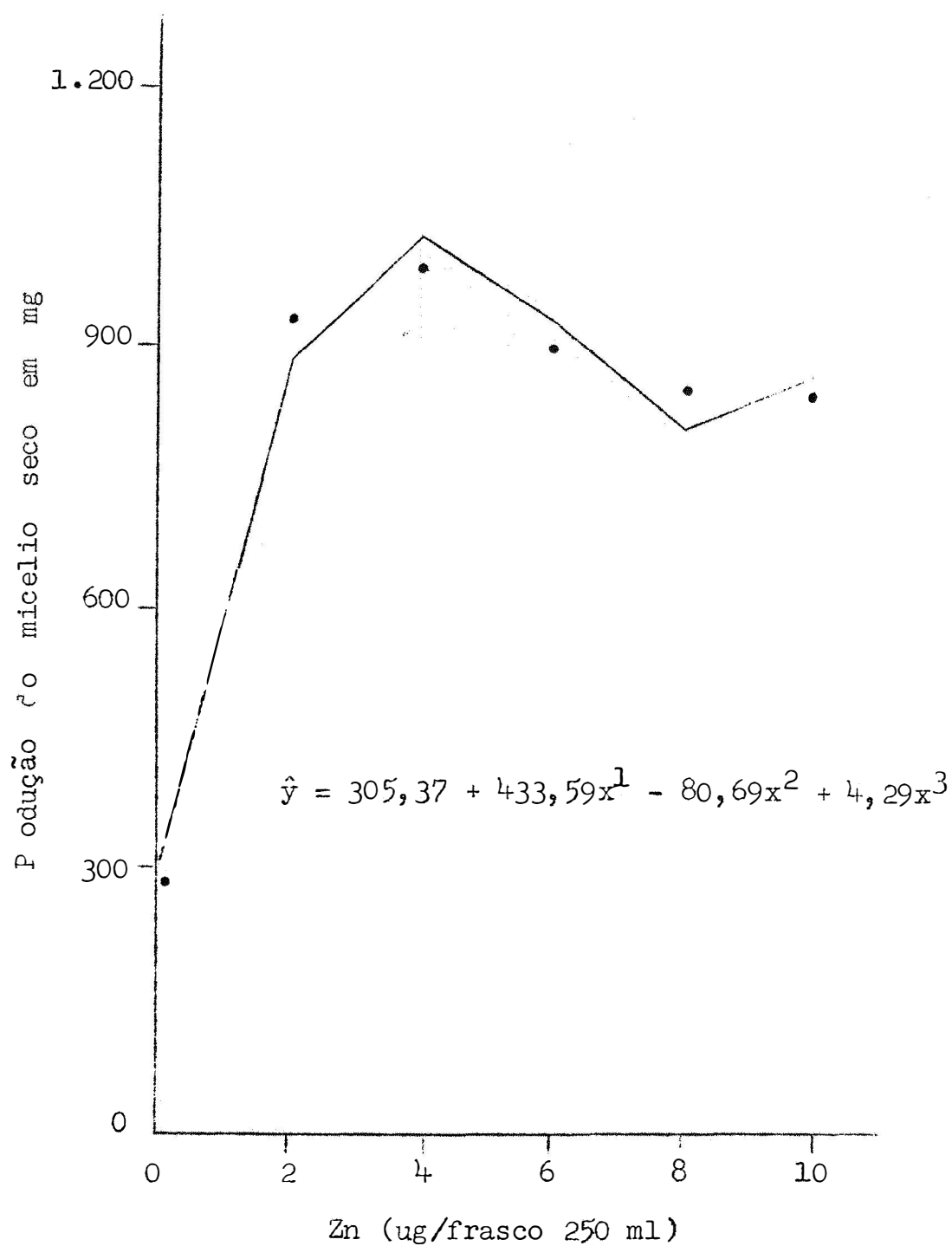


FIGURA 2 - Representação gráfica da equação de regressão obtida com aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção do micélio seco do fungo Aspergillus niger (y) em Latossolo Vermelho Amarelo sob vegetação de cerrado.

rando assim os resultados.

Na Inglaterra WALLACE (1961) obteve um bom desenvolvimento desse mesmo fungo incubando-o durante um período de quatro dias a uma temperatura de 30°C.

4.3. Ensaio de zinco com milho

4.3.1. Ensaio de casa de vegetação

Os resultados obtidos nesses ensaios, conduzidos quase que simultaneamente com os ensaios de campo são apresentados no Quadro 8, representados graficamente na Figura 3.

Esses dados conforme pode ser observado no quadro acima citado, representam médias de 4 repetições da produção da matéria seca da parte aérea do milho, expressa em gramas por vaso de 2 kg de solo.

Nota-se, ainda nesse mesmo quadro pelo resumo da análise da variancia, que os solos estudados não apresentaram reação a aplicação das diversas doses de zinco adicionadas.

Examinando-se os Quadros 1 e 5 onde constam as análises químicas efetuadas em amostras de solo coletadas antes e depois da calagem, verifica-se que os teores de zinco determinados, são considerados baixos por BRASIL SOBRº (1974).

QUADRO 8 - 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

n.s - Não significativo.

(+) - Os dados representam o peso médio seco da parte aérea de 4 plantas x 4 repetições.

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



FIGURA 3 - Influência da aplicação de doses crescentes de zinco no desenvolvimento do milho - variedade Centralmex - cultivado sob condições controladas, em dois solos cobertos com vegetação de cerrado.

Também conforme já relatado na seção 4.2 os dados analíticos mostraram haver uma estreita relação, com os ensaios microbiológicos, confirmando assim que os solos pesquisados são pobres em zinco, sendo que aquele identificado como Regossolo demonstrou possuir menor teor do citado micronutriente, tanto nos testes químicos, como nos ensaios microbiológicos depois que o mesmo sofreu a correção. Talvez a alta sensibilidade do fungo Aspergillus niger ao zinco, ou então as maiores precauções tomadas para evitar as possíveis contaminações por traços desse elemento, tenham contribuído para a obtenção de resultados de alta significação estatística nesses ensaios.

Com base nesses resultados foi aventada a hipótese de se conseguir igual reação do milho a administração das diversas doses de zinco adicionadas, também em condições de vasos por ser essa gramínea sensível ao referido micronutriente, como também por ser uma planta adotada como planta-indicadora em trabalhos de vasos.

É possível que a variedade usada seja pouco exigente em zinco ou ainda que o teor do elemento na própria semente tenha sido suficiente para suprir as necessidades da planta nesse nutriente, durante o período de duração dos ensaios (BRASIL SOBR^o, 1974).

Nos últimos anos, muitos trabalhos tem sido publicados, denunciando a existência de linhagens e híbridos de milho sensíveis a carência de zinco (RUDGERS et al, 1970). Em alguns genótipos a deficiência do micronutriente se manifesta

nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta, recuperando-se da anomalia mais tarde; outras porém se ressentem da falta do elemento nos últimos estágios do ciclo e não raro afetam a produção de grãos.

Outro ponto interessante, de ressaltar e que pode ser observado pelo exame da Figura 3 é a tendência favorável revelada pelo aumento da produção de matéria seca (porém, não significativa), em função dos vários níveis de zinco adicionados aos dois solos estudados.

BRASIL SOBR^o (1974) desenvolvendo estudos semelhantes em diversas séries de solos do Município de Piracicaba, também não encontrou reação desse micronutriente usando o mesmo teste de vasos em algumas séries em que o nível de zinco era considerado baixo.

O autor usou a variedade "Doce Cuba" como planta reagente.

É bem provável, que a análise química das folhas pudesse trazer melhores esclarecimentos a respeito, talvez possibilitando o estabelecimento das curvas de absorção do nutriente pelas plantas, uma vez que foram adicionadas diferentes doses de zinco e não se observou sintomas de deficiência do micronutriente.

Por outro lado nota-se ainda pelo exame do referido quadro que as quantidades de matéria seca correspondentes ao tratamento onde se omitiu o zinco foi de 3,02 gramas para o

Latossolo Vermelho Amarelo e de 6,10 para o Regossolo. BRASIL SOBR^o (1974) encontrou em seus ensaios quantidades de matéria seca 4 vezes maiores.

4.3.2. Ensaios de campo

Nesses ensaios o efeito da aplicação das diversas doses de zinco foi estimado pela variação em peso dos grãos do cereal.

No Quadro 9 encontram-se as médias dos resultados obtidos em kg/parcela de 27 m² de área útil e em kg/ha bem como os resumos das análises da variancia correspondentes.

Observando-se os valores do teste F dos dois solos estudados, nota-se que os mesmos tiveram comportamentos diferentes. No ensaio correspondente ao Regossolo o valor F apresentou significação estatística ao nível de 5% de probabilidade. Já no outro ensaio, conduzido numa gleba representativa de Latossolo Vermelho Amarelo, muito embora, as reações não tenham sido suficientes para alcançar os limites de significancia do teste estatístico, revelaram uma tendência inteiramente favorável à produção de grãos em relação a aplicação das diferentes doses de zinco.

Esse fato pode ser melhor observado na Figura 4 onde é feita a comparação da produção de grãos, expressa em kg/ha, obtida com aplicação do citado elemento. Por seu turno, conforme pode ser visto também no Quadro 9, os coeficientes de

QUADRO 9 - 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/parcela 27 m ²	kg/ha	kg/parcela 27 m ²	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.

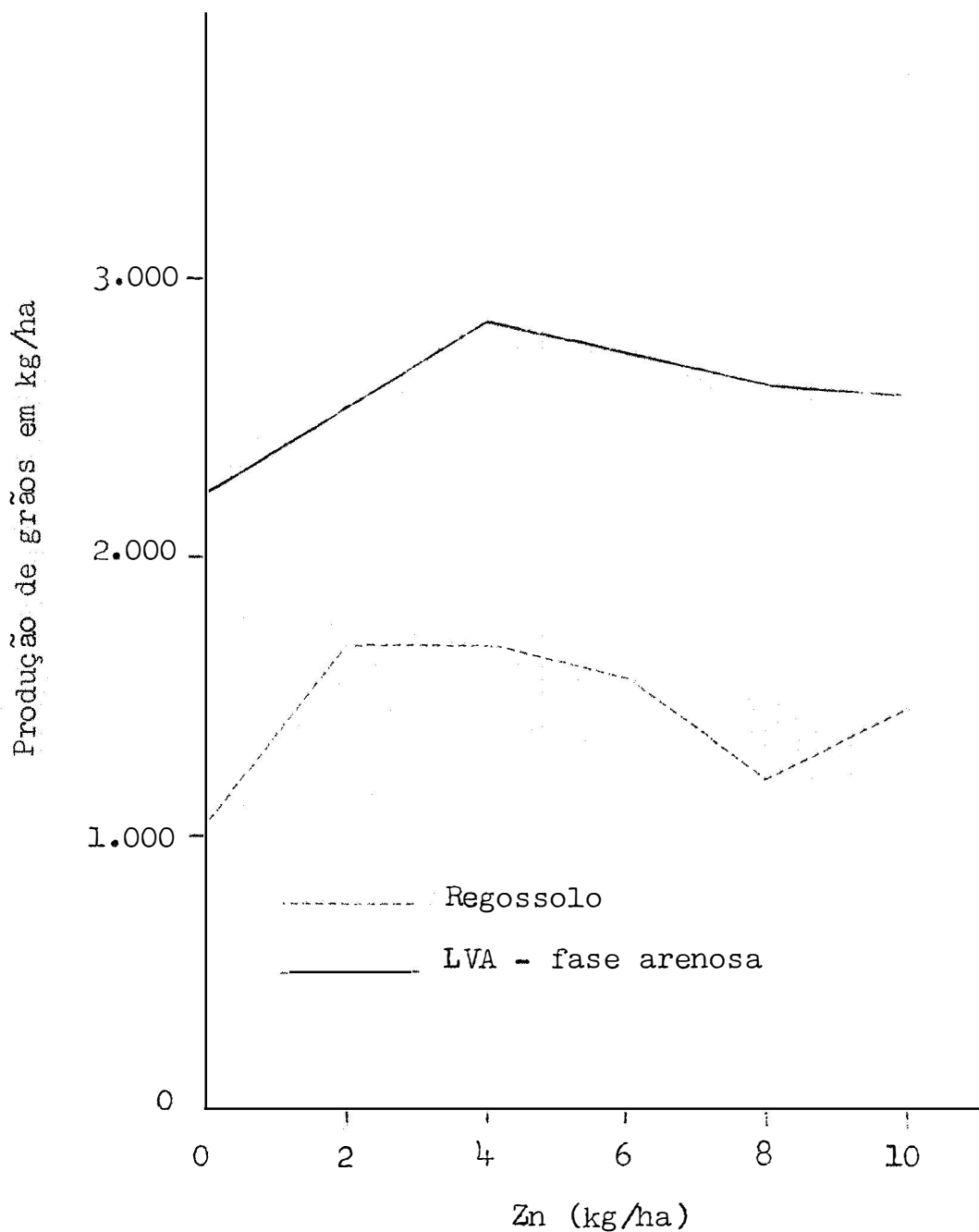


FIGURA 4 - Influência da aplicação do zinco no rendimento do milho, cultivado em dois solos sob vegetação de cerrado, que ocorrem no Município de São Simão no Estado de São Paulo.

variação mostraram que as respostas obtidas tiveram precisão satisfatória.

Resultados similares foram alcançados por BRITTO et al (1971) nesse mesmo tipo de solo, quando estudaram a reação do milho Catete São Simão a esse micronutriente; os autores conseguiram em seus ensaios, aumentos da produção de milho, porém, sem significação estatística, quando incluíram o zinco nas formulações de NPK. A luz desses dados concluíram que a inclusão desse nutriente nas citadas formulações pode ser recomendada para a unidade de solo em apreço.

Tendo em vista as reações já descritas procurou-se fazer um estudo da regressão entre as doses de zinco adicionadas (x) e a produção de grãos (y) somente para o ensaio instalado na unidade de solo mapeada como Regossolo, pelo fato de se ter detectado significação estatística pelo teste F.

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 bem como a sua representação gráfica podem ser vistas na Figura 5.

Por essa equação foram calculados os pontos máximo e mínimo correspondentes as doses de zinco, para o solo em discussão, os quais também podem ser observadas na figura acima citada.

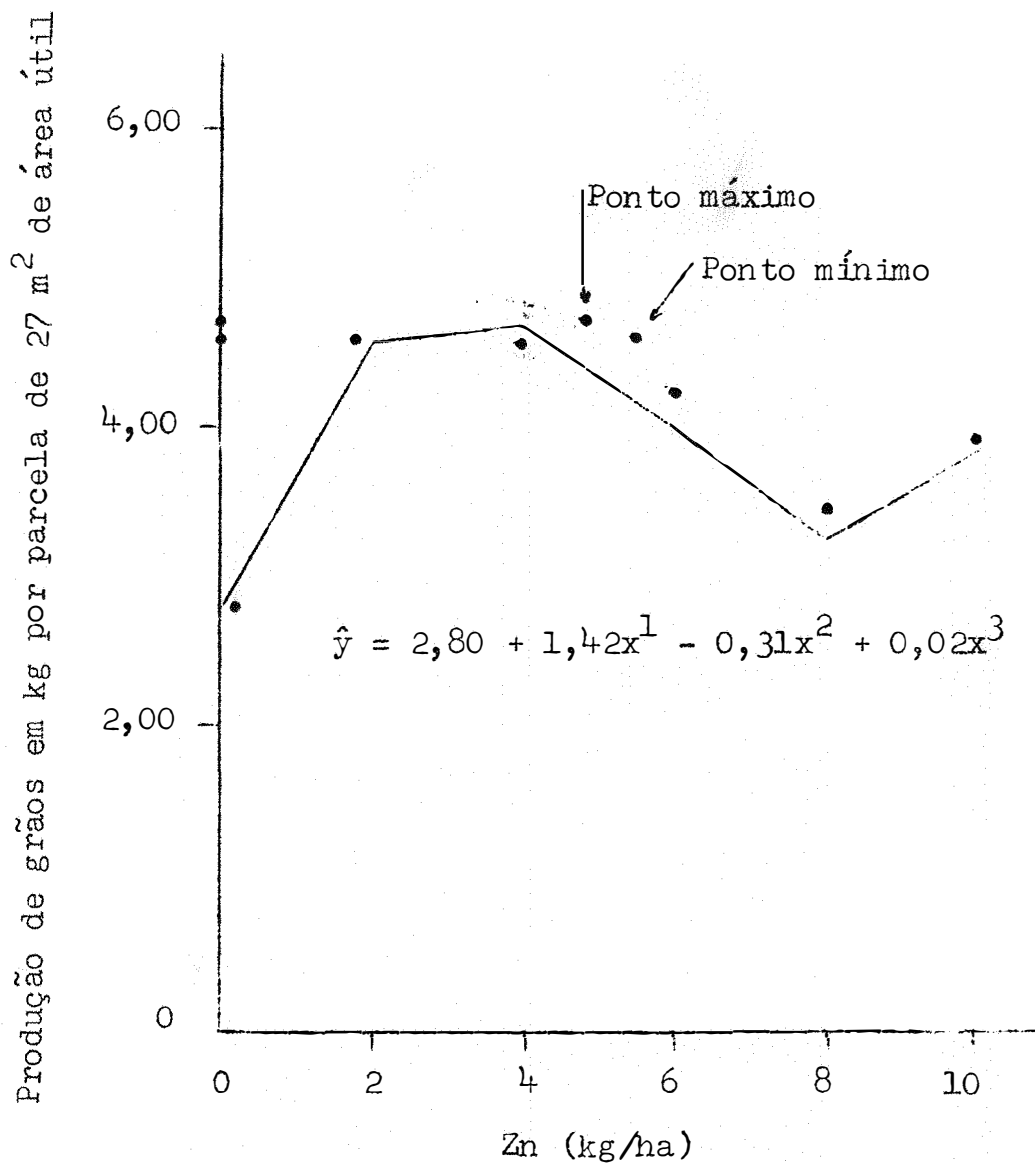


FIGURA 5 - Representação gráfica da equação de regressão obtida com o emprego da aplicação de doses crescentes de zinco (x) e produção de grãos (y) em Regossolo sob vegetação de cerrado que ocorre no Município de São Simão no Estado de São Paulo

Embora esse tipo de solo apresente poucas possibilidades de ser incorporado ao processo agrícola propriamente dito, tendo em vista principalmente as suas características físicas e químicas, pode no entanto ser utilizado com amplo sucesso no florestamento e reflorestamento, como também no plantio de plantas cítricas, ou de outras espécies frutíferas, ou até mesmo na implantação de pastagens. Para esta última, uma metodologia adequada seria após o desbravamento da área, o plantio do milho, durante dois ou mais anos, seguido da incorporação dos restos da cultura, visando uma possível melhoria das condições físicas e químicas do solo.

Por outro lado, como essa unidade de mapeamento aparece em associação com a outra entidade de solo estudada, onde não se detectou diferença significativa pelo teste F mas uma tendência inteiramente favorável a produção de grãos, como já foi relatado em parágrafo anterior deste mesmo capítulo, procurou-se então fazer uma análise conjunta dos dois ensaios.

No Quadro 17 encontram-se os resultados dessa análise, que mostra ter havido, diferenças significativas para tratamentos pelo teste F.

Por essa razão, foi feito um estudo de regressão dirigido à obtenção de uma equação que pudesse dar uma informação mais geral, isto é, que representasse a reação do cereal a esse micronutriente, nas duas unidades de mapeamento; uma vez que elas coexistem em diversos pontos do município (Figura 6).

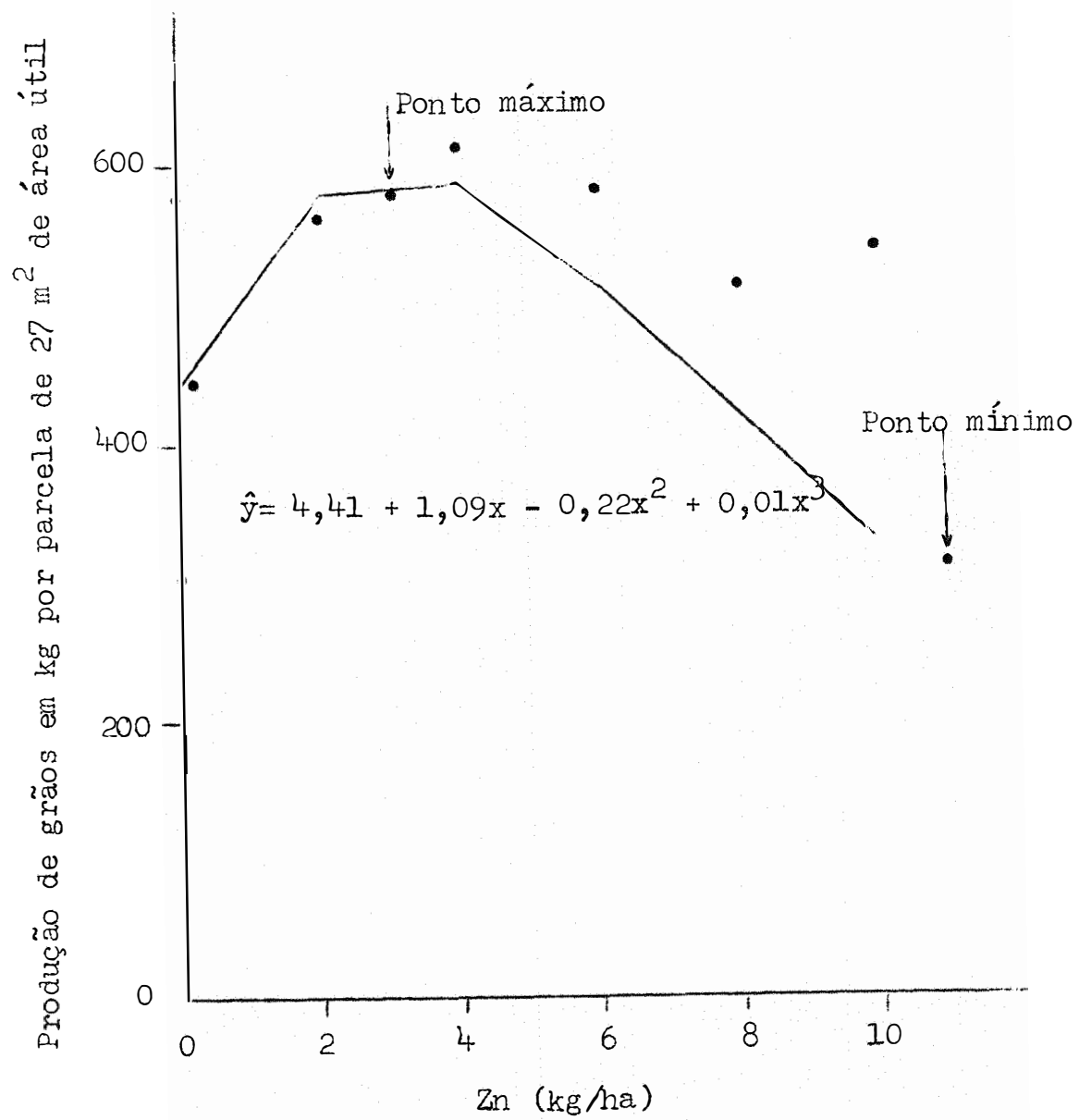


FIGURA 6 - Representação gráfica da equação de regressão obtida pelo estudo conjunto dos dois solos pesquisados.

O Município de São Simão se encontra semeado por elevações constituídas de solos de boa qualidade que são as famosas "terras roxas" da região de Ribeirão Preto classificadas por LEMOS et al (1960) como Latossolo Roxo. Nas partes mais baixas, entretanto, onde termina a encosta e começa a parte plana da paisagem, aparecem rodeando essas elevações os dois tipos de solos estudados no presente trabalho, que também ocupam as partes mais baixas do relevo em depressões ou a beira dos ribeirões e correços da região, sendo necessário enfatizar que a unidade de solo mapeada como Regossolo aparece em maior proporção.

A unidade de solo inventariada como Latossolo Vermelho Amarelo - fase arenosa, muito embora se apresente constituída de solos extremamente ácidos e de baixa fertilidade, como a do Regossolo, no que se refere a textura, de acordo com as análises granulométricas efetuadas são fisicamente melhores, (Quadro 1) podendo com o emprego de um sistema de manejo conveniente, ter a sua fertilidade restaurada, num espaço de tempo menor, do que a outra unidade.

Segundo os resultados experimentais obtidos pode-se recomendar para a cultura do milho 4,80 kg/ha de zinco para o Regossolo e tendo em vista o que já foi dito para o Latossolo Vermelho Amarelo 3,15 kg/ha, considerando a possibilidade de uma resposta ao elemento.

Em termos de resposta econômica indica-se 2,4 kg/ha para a primeira unidade e 2,1 kg/ha para a segunda.

O cálculo destas últimas doses foi efetuado com o emprego da equação de Mitscherlich (GOMES, 1960).

Procurou-se não admitir opções no preço do milho para o cálculo das doses econômicas dos próximos anos, por considerar os inumeros fatores que normalmente contribuem para afetar o estabelecimento das previsões.

Assim, os preços tomados por base para o cálculo da relação w/t se restringem apenas ao ano agrícola 1973/1974 e foram respectivamente, o preço mínimo aproximado do milho em grão (Cr\$ 30,00 por saca de 60 kg) estabelecido pelo poder público para 1974 e o preço por quilo de nutriente (Cr\$ 6,00 do sal com 22% do elemento) pago por ocasião da instalação dos ensaios.

Um outro ponto que merece ser discutido é que o presente ensaio permitiu também avaliar, que quantidades pequenas de zinco são suficientes para provocar aumentos no rendimento do milho confirmando assim os resultados encontrados por IGUE e GALLO (1960), IGUE et al (1962), BRITTO et al (1971), OSINAME et al (1973) e PEREIRA et al (1973).

Por outro lado examinando-se a Figura 4 já referida anteriormente nota-se que quando o nível de zinco no solo atinge 4 kg/ha (2 ppm) a produção de milho em grãos começa a decrescer em ambos os solos.

Esse primeiro ponto de inflexão evidenciado nas curvas de produção poderão conduzir a suspeita da indução de toxidez.

Entretanto, GALL e BARWETTE (1940) verificaram que um teor de zinco oscilando de 0.688 a 1,376 me/100 g de solo (1448 a 910 kg/ha de zinco ou 224 a 455 ppm de zinco) provocou toxidez no milho cultivado num solo arenoso, teores muitíssimos mais altos em relação aos solos estudados ou às doses empregadas. Já para um solo franco-arenoso a anomalia ocorreu em níveis ainda mais elevados do nutriente.

IGUE e GALLO (1960), aplicaram até 100 kg/ha de $ZnSO_4$ e não registraram sintomas de toxidez nessa gramínea, em solo classificado na ocasião como Arenito de Bauru inferior.

4.4. Ensaio de zinco no campo com feijão

A finalidade desses ensaios foi estudar o efeito do zinco sobre a produção do feijoeiro.

No Quadro 10 encontram-se os dados médios da produção de grãos por parcela de 15 m² de área útil e em kg/ha, como também o resumo das análises da variancia correspondentes.

Nota-se pelo exame desse quadro que o teste F não revelou diferenças significativas entre os tratamentos testados e os coeficientes de variação foram de 23 e 27,2% para o Latossolo Vermelho Amarelo e Regossolo respectivamente.

As condições para o desenvolvimento do feijoeiro se apresentaram satisfatórios. A germinação processou-se normalmente com um "stand" inicial em torno de 90%. Não foram re-

QUADRO 10 - 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 ²	kg/ha	kg/parcela 15 m ²	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	1,16 a	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		0,0685	
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.

gistrados ataques de pragas e doenças que pudessem acarretar transtornos ao desenvolvimento das plantas, nem quaisquer anomalias que fossem identificadas como sintomas de deficiência ou toxidez de zinco.

Entretanto, devido a estiagem que ocorreu durante os primeiros estágios da cultura fez com que o "stand" final fosse bastante reduzido em alguns tratamentos com reflexos na produção de grãos, porém não significativamente. Esse fato pode melhor ser observado na Figura 7 onde se encontram representados num sistema de coordenadas as produções médias de grãos em kg/ha.

As produções de feijão foram boas para todos os tratamentos considerando-se que a baixa fertilidade desses solos é uma característica generalizada. É bem provável que duas componentes tenham influenciado: clima e adubação. A primeira componente conforme já foi ventilado só deixou de atuar nos primeiros estágios.

Por outro lado, de acordo com as discussões feitas em seções anteriores as duas unidades de solos se apresentaram pobres em zinco, sendo assim, era de se esperar que o feijoeiro respondesse ao citado elemento. Contudo tal fato não ocorreu. Talvez a influência indireta de determinados fatores tenha atuado. Assim linhagens ou variedades de muitas culturas se comportam diferentemente aos vários processos fisiológicos, que se relacionam com a absorção e translocação de nutrientes (MALAVOLTA, 1970).

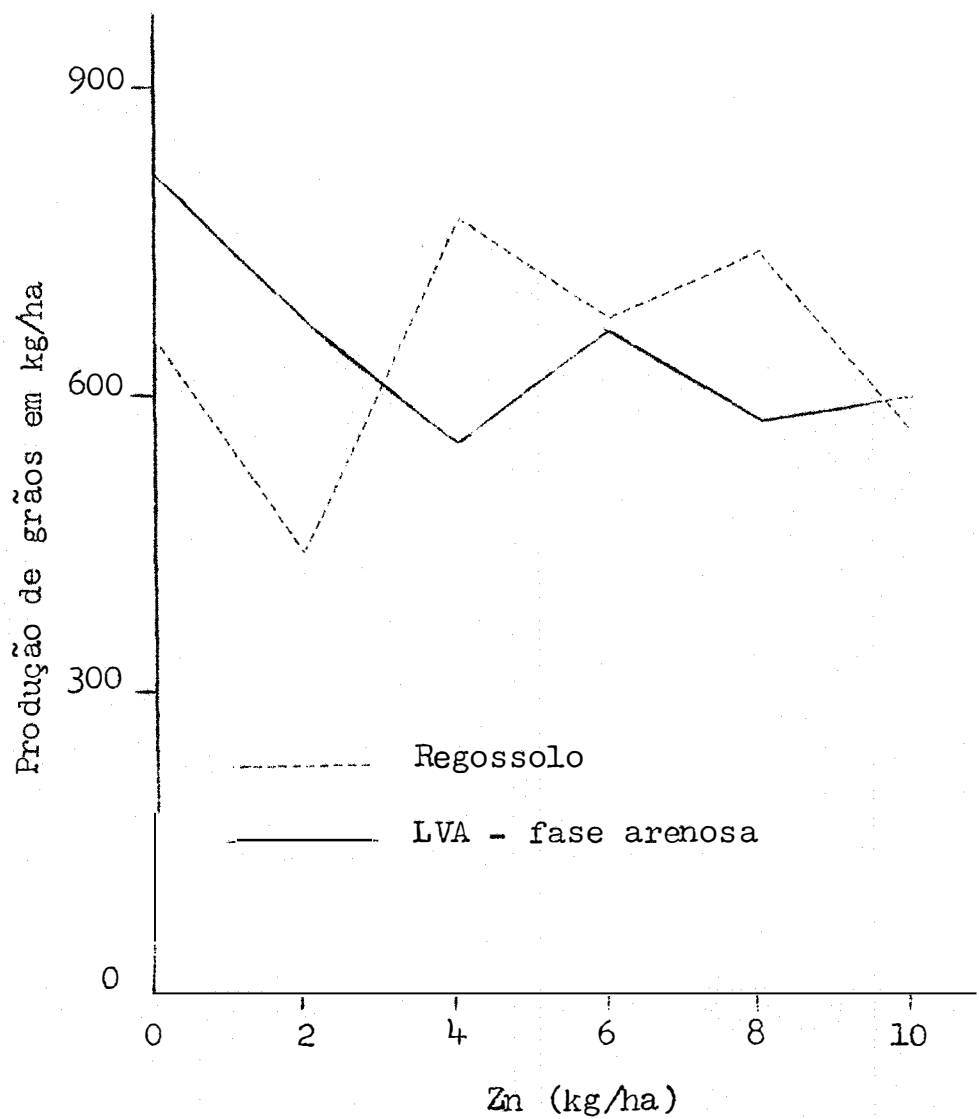


FIGURA 7 - Influência da aplicação de zinco na produção do feijoeiro cultivado em dois solos sob vegetação de cerrado do Município de São Simão (SP).

AMBLER e BROWN (1969), POLSON e ADAMS (1970) verificaram que variedades de feijão apresentam-se diferentes quanto ao teor de zinco do substrato.

Diversos trabalhos realizados por MIYASAKA et al (1966 e 1967) em diferentes tipos de solos 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 outros micronutrientes em associação com formulações de macronutrientes, não há como indicar a participação do zinco.

É bem provável que as impurezas do superfosfato simples em zinco, juntamente com as reservas do solo, tenham sido suficientes para atender as necessidades dos cultivares testados.

De um modo geral, as deficiências de zinco que ocorrem em solos sob cerrado, em outras culturas, estão relacionadas com o baixo teor desse nutriente nesses solos, sendo a sua disponibilidade grandemente dificultada por pesadas aplicações de calcário.

Para o cultivo do feijoeiro indica-se áreas onde a acidez do solo não seja tão elevada, podendo ser até ligeiramente alcalina.

Nos demais casos a calagem deve ser feita até que o pH dos solos seja maior do que 5,6 ou em torno dele.

Entretanto, diversos pesquisadores tem sugerido a elevação do pH para o cultivo dessa leguminosa a uma faixa de 6,3 - 6,5 que além da eliminação do teor de alumínio trocável, aumento da capacidade de troca de cations (CTC) e a obtenção da máxima disponibilidade do fósforo nativo ou aplicado, iriam também favorecer outros fenômenos relacionados com a fertilidade do solo, podendo haver também diminuição na solubilidade da maioria dos micronutrientes inclusive o zinco (CATANI, 1972).

Todavia, esse último inconveniente seria contornada com aplicações destes nutrientes em doses e épocas adequadas para assegurar uma máxima produção da cultura.

Sendo assim, é possível que se fossem adicionadas maiores quantidades de calcário para elevar o pH acima de 6,0 ou 6,2, respostas dessa leguminosa ao citado elemento seriam obtidas, uma vez que os solos pesquisados são considerados pobres em zinco.

Nesse caso a hipótese da pouca sensibilidade do cultivar usado como planta reagente no presente trabalho seria abandonada.

4.5. Ensaio de boro em casa de vegetação com girassol

Com o objetivo de se conseguir uma coleção de padrões para o teste de avaliação do boro assimilável dos solos, foram realizados sob condições controladas dois ensaios de solução nutritiva, com as variedades Guaycan-semente riscada e a

Peohem-semente preta, tendo a sílica como substrato.

O ensaio em que a variedade Peohem serviu como planta indicadora transcorreu normalmente, não tendo ocorrido mortes de plantas, nem transtornos, em quaisquer dos tratamentos testados.

Entretanto, no outro ensaio houve diversas mortes em vários tratamentos, o que prejudicou grandemente o seu "stand" final.

Nos Quadros 11 e 12 encontram-se os dados médios relativos ao valor idade em dias, altura em centímetros e peso da matéria seca em gramas, tomados em cada tratamento, nos ensaios em discussão. Encontram-se ainda nos referidos quadros os resumos respectivos das análises da variancia.

Pelo exame do Quadro 11 verifica-se que, a análise da variancia dos dados de matéria seca do ensaio em que a variedade Guaycan serviu como planta reagente, apesar de ter mostrado diferenças significativas a 5% de probabilidade para tratamentos, mostrou também um coeficiente de variação muito alto (35,7%). De acordo com GOMES (1960) não se deve aceitar experimentos com coeficiente de variação, superior a 30%. Por essa razão achou-se conveniente utilizar, para compor a coleção de padrões de boro, os resultados obtidos nos ensaios em que a variedade Peohem foi usada como planta teste.

Nos padrões em sílica conforme pode ser visto nas Figuras 8 e 9 que representam as equações de regressão de

QUADRO 11 - Dados médios relativos ao valor idade, altura e peso da matéria seca do girassol - variedade Guaycansemente riscada obtidos com administração de doses crescentes de boro em silica.

ppm de Boro na solução nutritiva	Altura das plantas em centímetro	Gramas de matéria seca por vaso de 500cc	Valor idade em dias
0,00	17,33 c	2,14 b	26
0,10	32,88 b	3,73 b	31
0,20	52,37 a	6,18 a	35
0,30	52,16 a	6,76 a	47
0,40	58,85 a	5,26 ab	57
0,50	51,82 a	4,54 ab	-
0,60	52,29 a	4,73 ab	-
Resíduo (QM)	41,2204	2,8101	-
F.	21,17 **	3,39 *	-
C.V.	14,14 %	35,16 %	-
DMS a 5% (Tukey)	14,76	3,85	-

** - Significância a 1% de probabilidade.

* - Significância a 5% de probabilidade.

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

QUADRO 12 - Dados médios relativos ao valor idade, altura e peso da matéria seca do girassol, variedade Peohem-semente preta obtidos com administração de doses crescentes de boro em sílica.

ppm de boro na solução nutritiva	Altura das plantas em centímetro	Gramas de matéria seca por vaso de 500cc	Valor idade em dias
0,00	22,95 c	1,91 c	24
0,10	34,40 cb	2,86 c	34
0,20	43,40 b	4,02 b	44
0,30	54,97 ab	4,84 ab	46
0,40	65,32 a	4,84 ab	-
0,50	64,00 a	5,04 ab	-
0,60	65,82 a	5,65 a	-
Resíduo (QM)	28,2472	0,2508	-
F.	40,711 **	28,3231 **	-
C.V.	10,60 %	12,01 %	-
DMS a 5% (Tukey)	12,22	1,15	-

(1) LVA-fase arenosa 53,40 4,67 34

(1) Regossolo 67,70 6,30 36

** - Significância a 1% de probabilidade.

(1) - Sem adição de boro a solução nutritiva.

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

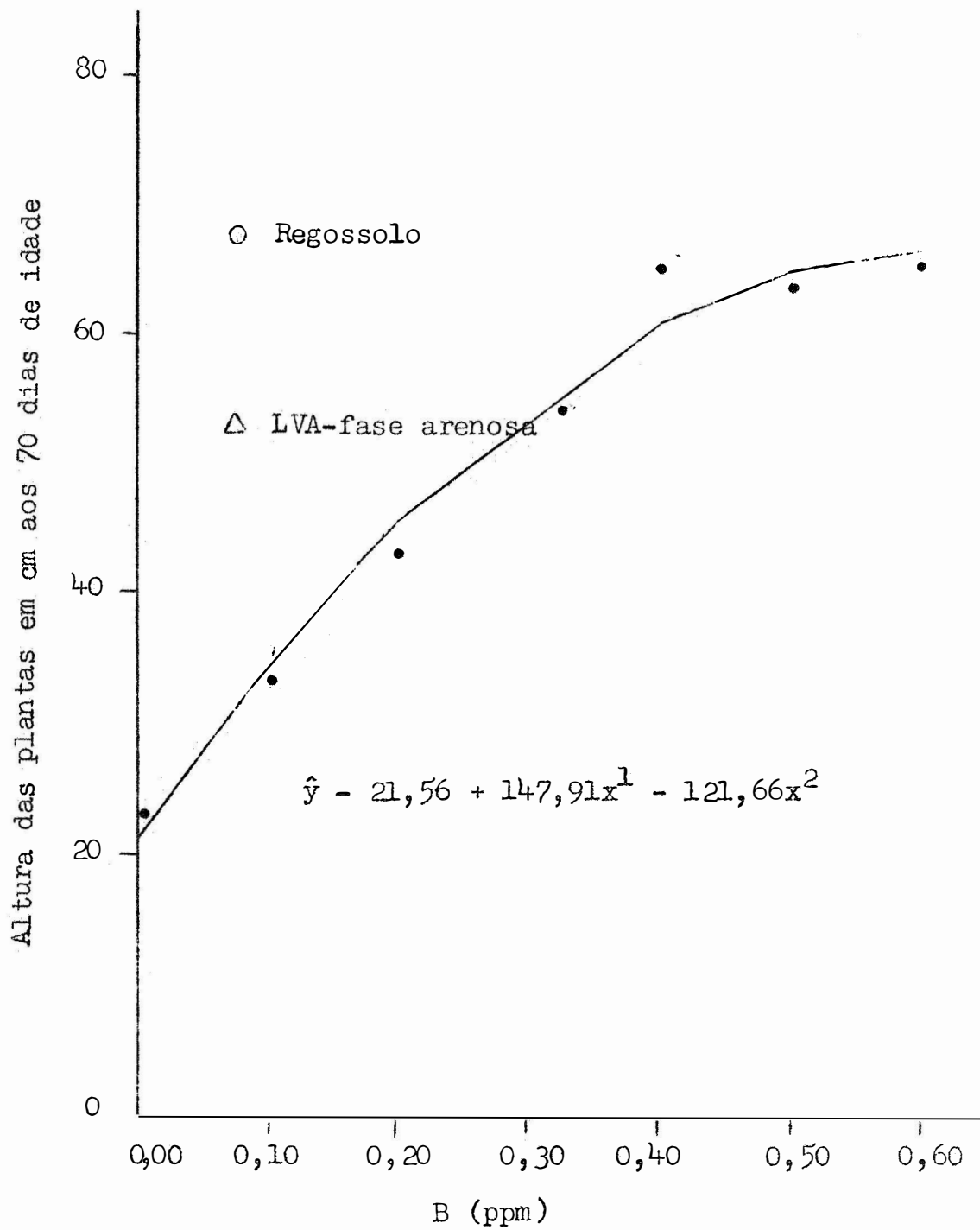


FIGURA 8 - Representação gráfica da equação de regressão da curva de padrões, obtida em sílica, com diversas doses de boro, em confronto com as alturas tomadas no tratamento sem administração desse micronutriente em que os solos estudados serviram como substrato.

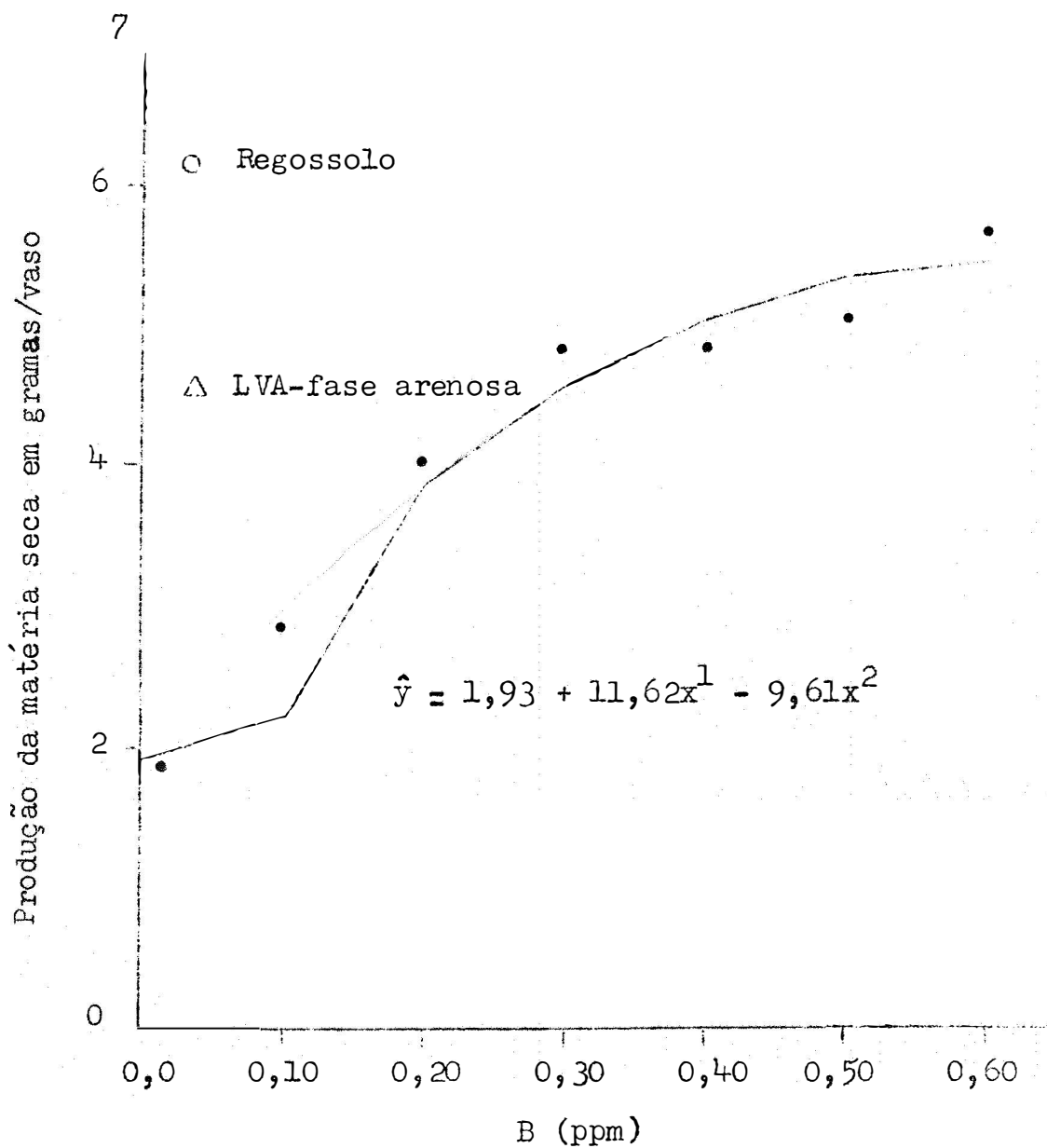


FIGURA 9 - Representação gráfica da equação de regressão da curva de padrões, obtida em sílica, com doses crescentes de boro, em confronto com os pesos da matéria seca do tratamento sem administração desse micronutriente, em que os solos pesquisados serviram como substrato.

grau 2 para altura e peso da matéria seca, respectivamente, observa-se que aumentando as doses de boro, as plantas também aumentaram o seu desenvolvimento, tanto em altura como para matéria seca.

Assim, entre 0,00 e 0,30 ppm de boro os aumentos foram significativos, porém de 0,30 a 0,60 ppm eles não foram suficientes para alcançar os limites de significância, indicados pela estatística.

Por esse estudo conclui-se que o nível de 0,30 ppm foi suficiente para o desenvolvimento normal do girassol nas condições em que foi realizado esse ensaio.

O teste de avaliação do boro assimilável dos solos foi feito comparando-se o desenvolvimento do girassol obtido no tratamento, onde esse micronutriente foi omitido (0 ppm B), mas que recebeu solução nutritiva completa, com a curva de padrões obtida em sílica em que foram administradas diversas doses de boro.

No Quadro 12 encontram-se os dados médios de altura, matéria seca e valor idade de cada substrato, em confronto com a coleção de padrões, sendo que as duas primeiras mensurações, conforme pode ser observado, aparecem ainda nas Figuras 8 e 9, já mencionadas.

A análise da variância desses dados com exceção daqueles relativos ao valor idade vão apresentadas nos Quadros 21 e 22.

Por essas análises verifica-se que houve diferenças altamente significativas entre os 3 substratos, tanto para o desenvolvimento em altura como para o peso da matéria seca do girassol.

Pela aplicação do teste de Tukey a 5% para a comparação das médias foram obtidas as seguintes diferenças mínimas significativas que podem ser apreciadas no Quadro 23.

Nota-se pelo exame desse quadro que os solos se mostraram diferentes quanto ao teor de boro.

O solo mapeado como Regossolo apresentou-se com um teor mais elevado nesse micronutriente do que Latossolo Vermelho Amarelo.

Esses resultados concordam com os dados analíticos, obtidos em amostras de solos, coletadas antes da calagem.

Uma possível explicação para esse fato, cuja discussão já foi feita em 4.1.2., está diretamente relacionado com o corretivo, que talvez tenha contribuído para aumentar o teor do citado micronutriente, nos solos estudados depois da operação de calagem, pela mineralização da matéria orgânica ou então pelas impurezas do próprio calcário.

Possivelmente, tal fato não ocorreria se fossem usadas amostras de solos tratadas com calcário dolomítico, isto é, em amostras coletadas depois da calagem para a avaliação da reação do boro pelo método biológico do girassol.

Como relatado no item 3.1 a correção do solo para a realização do teste do girassol foi efetuada com CaCO_3 p.a praticamente isento de impurezas.

Pelo critério de COLWELL (1943) a carência do boro nos solos é baseada numa classificação obtida segundo o valor idade das plantas.

COLWELL (1943) definiu essa unidade de mensuração como sendo o número de dias a partir da semeadura até que o girassol mostra-se os sintomas de carência do elemento.

Esse sistema, também utilizado por FRANCO (1955) e BRASIL SOBRº (1965), foi obtido segundo valores determinados numa coleção de padrões, que foram as seguintes.

<u>ppm - Boro</u>	<u>Valor idade em dias</u>	<u>Classes de carência</u>
0,10	34	muito deficientes
0,10 a 0,30	34 a 46	deficientes
0,30	46	ligeiramente ou não deficientes

De acordo com esse método os solos pesquisados são considerados deficientes ou não deficientes em boro.

Outro método que tem se mostrado bastante eficiente na avaliação da reação desse elemento é o crescimento em altura, adotado por SCHUSTER e STEPHENSON (1940) também usado por FRANCO (1955), BRASIL SOBRº (1965) e ESPIRONELLO (1972). Uma das vantagens do emprego desse método segundo BRASIL SOBRº (1965) é a possibilidade de se acompanhar o ensaio com a tomada

das alturas das plantas, em diversas fases do ciclo vegetativo.

Esse fato pode ser comprovado pelo exame da Figura 10 onde aparecem as curvas de crescimento dos 2 solos estudados e do padrão cultivado em sílica sem adição desse nutriente. Essas alturas como pode ser observado, foram tomadas aos 20, 40, 60 e 70 dias após o plantio do girassol.

Utilizando ainda o critério de Colwell, empregado por BRASIL SOBR^o (1965) e ESPIRONELO (1972) procedeu-se de modo semelhante ao sistema adaptado para o valor idade, obtendo-se os seguintes valores para os dados de altura:

ppm - Boro	Crescimento em altura em centímetros	Classes de carência
0,10	34,30	muito deficientes
0,10 a 0,30	34,40 a 54,97	deficientes
0,30	> 54,97	ligeiramente ou não deficientes

Também segundo esse método os solos pesquisados são deficientes e ligeiramente não deficientes em boro, confirmando assim o sistema anterior.

Finalmente aplicou-se ainda o critério de Colwell também empregado por BRASIL SOBR^o (1965) e ESPIRONELO (1972) sobre os dados obtidos com o peso da matéria seca em gramas por vaso, média de 4 repetições, contendo cada repetição 5 plantas.

Do mesmo modo que se fez com a altura e o valor idade das plantas, estabeleceu-se a seguinte classificação para

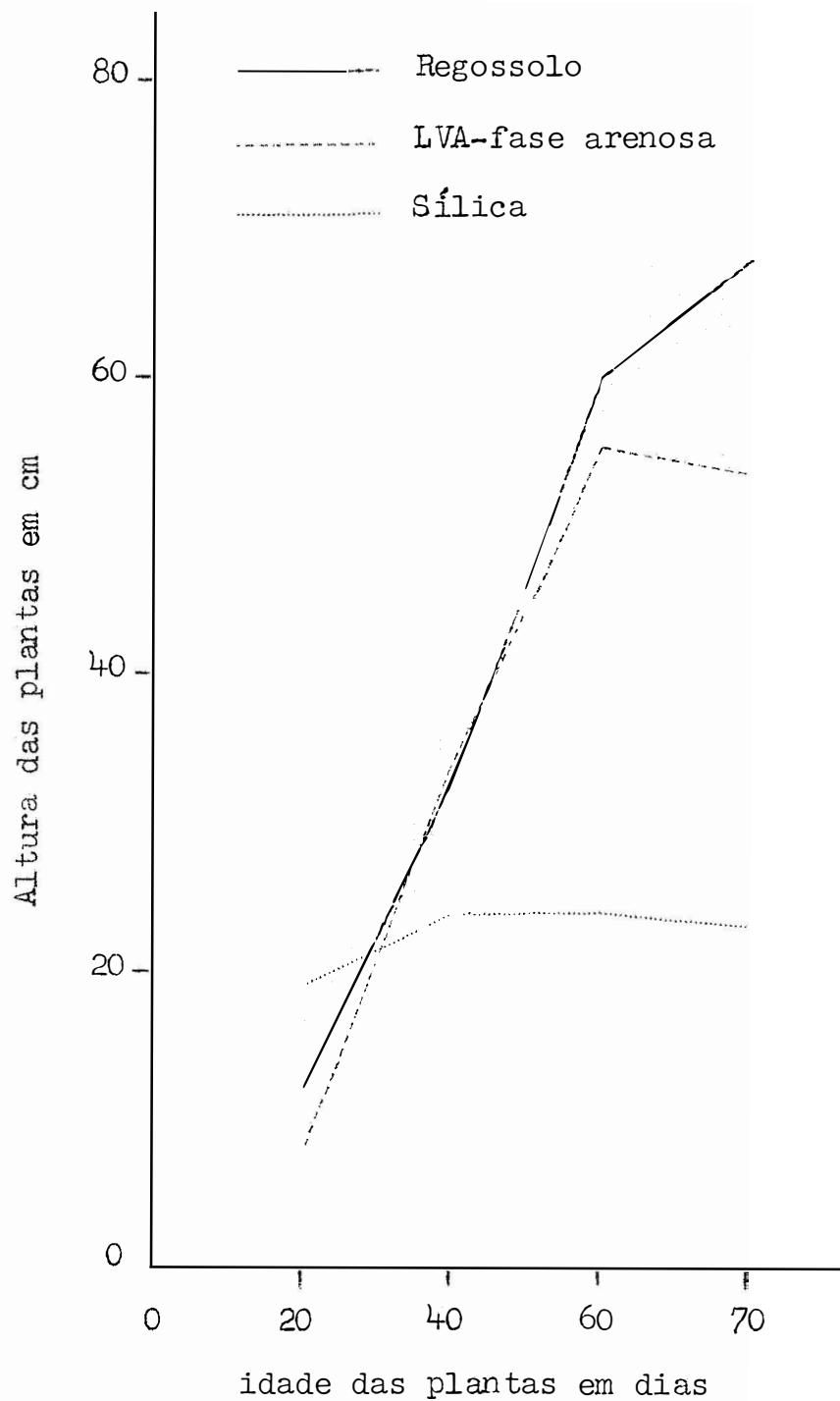


FIGURA 10 - Desenvolvimento em altura do girassol cultivado em sílica, e nos solos pesquisados, medido aos 20, 40, 60 e 70 dias de idade, sem administração de boro na solução nutritiva.

o peso em gramas da matéria seca:

ppm - Boro	Peso da matéria seca em gramas	Classes de carência
0,10	2,86	muito deficientes
0,10 a 0,30	2,86 a 4,83	deficientes
0,30	> 4,83	ligeiramente ou não deficientes

Também segundo esse critério o solo classificado com Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa é considerado deficiente no citado micronutriente e o Regossolo ligeiramente ou não deficiente.

As conclusões tiradas dos dados relacionados com valor idade e desenvolvimento em altura estão de acordo com esse último caráter.

Esses resultados concordam com os dados analíticos e com as conclusões apresentadas por BRASIL SOBR^o (1965), somente no que diz respeito a unidade de solo identificada como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa.

Quanto a outra entidade de solo tanto os dados analíticos como os resultados obtidos pelo critério de Colwell estão em desacordo com aquele autor.

4.6. Ensaio de boro no campo com feijão

Os dados médios da produção de grãos de feijão, obtidos em parcelas de 15 m² de área útil e em kg/ha são apresentados no Quadro 13.

Pelo exame desse quadro nota-se que a análise da variância não revelou diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste F.

Na Figura 11 como no caso do zinco se acham também representados em um sistema de coordenadas a produção de grãos, em kg/ha.

O teste do girassol realizado em amostras de solos coletadas na ocasião do desbravamento, demonstrou tratar-se de solos deficientes e não deficientes em boro segundo o critério de COLWELL (1943), SCHUSTER e STEPHENSON (1940), também usado por BRASIL SOBR² (1965) e ESPIRONELLO (1972).

Uma plausível explicação para esse fato se prende em primeiro lugar a pureza do CaCO₃, não havendo portanto uma possível contribuição em boro do corretivo, como no caso das amostras analisadas depois que se fez a correção dos solos.

Em segundo lugar pode-se admitir também que o calcário tenha influenciado na atividade microbiana, isto é, promovendo a mineralização da matéria orgânica do solo, liberando o elemento, hipótese já formulada em 4.13. Os teores de boro solúvel, determinados pelas análises químicas depois que os so-

QUADRO 13 - Dados médios da produção de grãos de feijão, obtidos com o emprego de diversas doses de boro em dois solos sob vegetação de cerrado.

Boro aplicado kg/ha	Peso seco dos grãos			
	LVA-fase arenosa		Regossolo	
	Kg/parcela 15 m ²	kg/ha	kg/parcela 15 m ²	kg/ha
0	1,15 a	767	0,75 a	500
1,0	0,81 a	540	0,73 a	487
2,0	1,01 a	673	0,44 a	293
3,0	0,81 a	540	0,79 a	527
4,0	0,84 a	560	0,76 a	507
5,0	1,00 a	667	0,59 a	393
Resíduo (QM)	0,05343		0,034079	
F.	1,55		2,23	
C.V.%	23,8		27	
DMS a 5% (Tukey)	n.s		n.s	

n.s - Não significativo.

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

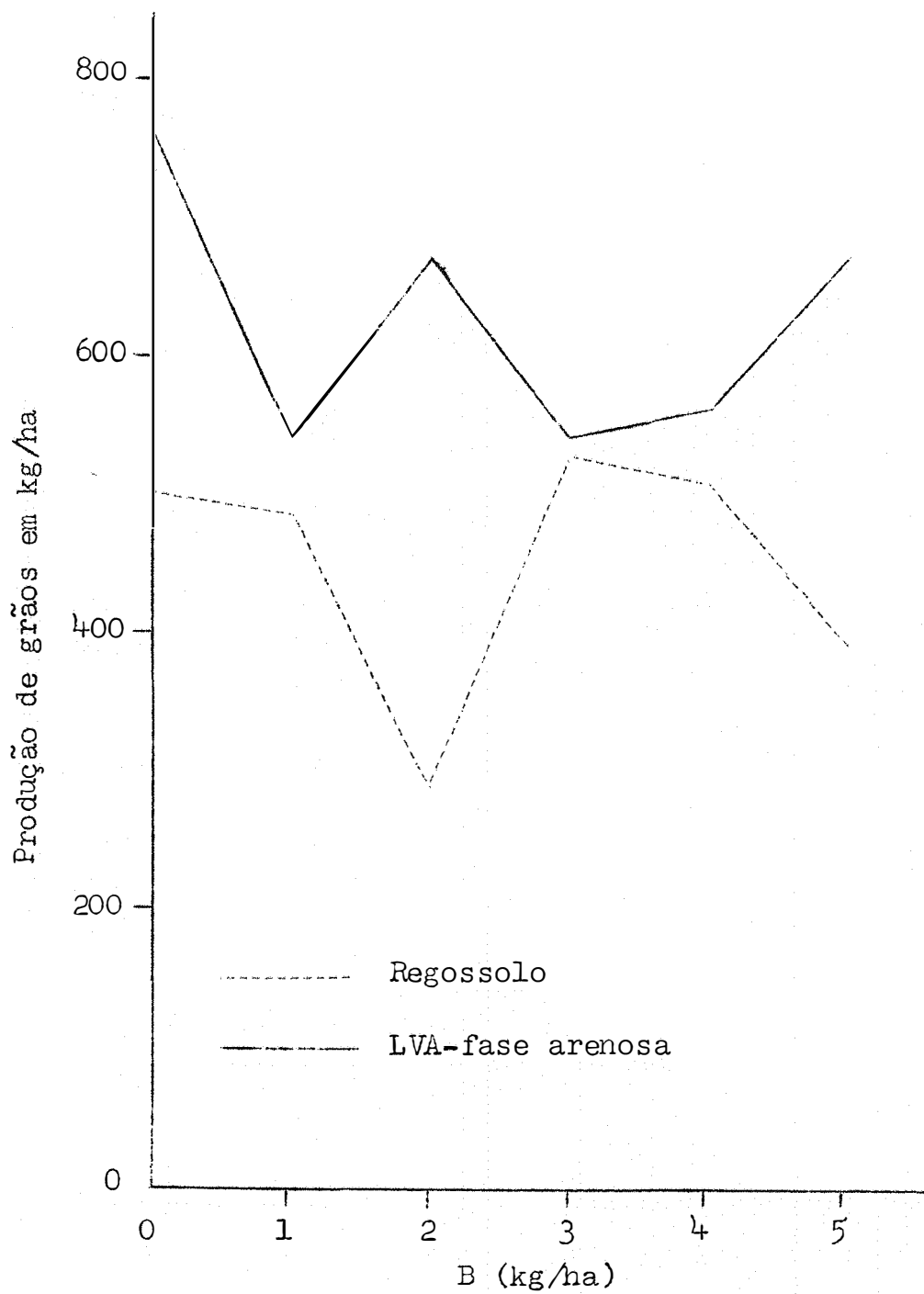


FIGURA 11 - Curvas de produção obtidas pela aplicação de doses crescentes de boro em dois solos sob cerrado, tendo o feijão como planta reagente.

los receberam tratamento com calcário dolomítico, são considerados bastante elevados segundo BRASIL SOBR^o (1965).

Daí é de se supor que a aplicação das diversas doses do micronutriente em apreço, não influenciaram na produção de feijão, uma vez que essa leguminosa não é muito sensível a esse elemento (BERGER, 1949).

Entretanto, para HOROWITZ e DANTAS (1973) o nível de deficiência de boro se situa ao redor de 0,5 ppm e RUSCHEL et al (1970) utilizando um solo "gray hidromorfo" da série Ecologia, que ocorre em Campo Grande, no Estado da Guanabara, verificaram que o boro aumentou significativamente o teor do N total, o desenvolvimento e a produção dessa planta; verificaram também que o molibdenio na presença do boro aumentou de modo expressivo o N percentual e total, somente quando as sementes eram revestidas com fosforita.

Quando o revestimento se constituiu de fosforita + carbonato de cálcio na presença do boro o molibdenio incrementou a produção de grãos significativamente.

Os diversos trabalhos desenvolvidos no Estado de São Paulo por MIYASAKA et al (1966 e 1967) sobre respostas dessa leguminosa a micronutrientes como no caso do zinco são também variáveis. Infelizmente não há como indicar, como no caso daquele cationio a influência desse elemento, uma vez que foram usadas sempre misturas destes nutrientes em associação com outros macronutrientes.

5. CONCLUSÕES

Pelas condições em que foram desenvolvidos esses ensaios e pelos resultados obtidos pode-se chegar as seguintes conclusões:

1. Os resultados colhidos nos ensaios microbiológicos mostraram boa correlação com os testes químicos.

2. O teste biológico do girassol apresentou correlação com os dados analíticos, indicando que as duas unidades de solos estudadas são ligeiramente deficientes ou não deficientes em boro.

3. O solo classificado como Regossolo mostrou-se mais elevado em boro do que o Latossolo Vermelho Amarelo, enquanto que o inverso ocorreu com o zinco.

4. A cultura do milho deu boas respostas ao zinco quando cultivada no Regossolo, correspondendo a uma dose máxima econômica de 2,4 kg/ha de zinco.

5. Não houve efeito^v do zinco para o milho quando cultivado na unidade de solo mapeada como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa.

6. A aplicação de zinco sob a forma de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ em mistura com outros fertilizantes nos dois tipos de solos, mesmo nas doses mais elevadas (50 kg do sal por ha) não revelou injúrias as plantas de milho e de feijão.

7. Não houve efeito da adição de zinco nem de boro na produção do feijoeiro.

8. A aplicação do boro na forma de borax, até 50 kg/ha do sal, como no caso do zinco, também não mostrou injúrias as plantas do feijoeiro.

6. RESUMO

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

Foram feitas determinações químicas do zinco e boro solúveis em amostras colhidas nas áreas experimentais, antes e depois do tratamento dos solos com calcário dolomítico.

As determinações do boro foram complementadas por testes biológicos do girassol (Helianthus annuus L.) e as do zinco por ensaios microbiológicos com o fungo Aspergillus niger.

Simultaneamente foram conduzidos ensaios de campo com milho (Zea mays L.) e feijão (Phaseolus vulgaris L.) para estudos do zinco e boro. Os estudos com boro foram realizados somente com feijão.

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

As principais conclusões a serem alinhadas são as que seguem:

1. Os resultados colhidos nos ensaios microbiológicos mostraram boa correlação com os testes químicos.

2. O teste biológico do girassol apresentou correlação com os dados analíticos, indicando que as duas unidades de solos estudadas, são ligeiramente deficientes ou não deficientes em boro.

3. A cultura do milho deu boas respostas ao zinco quando cultivada no Regossolo, correspondendo a uma dose máxima econômica de 2,4 kg/ha de zinco.

4. Não houve efeito do zinco para o milho quando cultivado na unidade de solo mapeada como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa.

5. Não houve efeito da adição de zinco nem de boro na produção do feijoeiro.

7. SUMMARY

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

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

Complementary biological tests of boron were also made, employing sun flower (Helianthus annuus L.) and the fungi Aspergillus niger for zinc.

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

The main conclusions were the followings:

1. Microbiological tests were correlated with chemical analysis.
2. Biological tests with sun flower were correlated with chemical analysis indicating that both soil units were slightly boron deficient.
3. Corn response to zinc was observed on Regosol up to an economical dose of 2,4 kg zinc/ha.
4. There has been no corn response to zinc on the Red Yellow Latosol - sandy phase.
5. There has been no response of dry bean to either boron or zinc on both soils.

8. LITERATURA CITADA

- ALCARDE, J.C. 1969. A determinação do boro pelo método colorimétrico da curcumina. Tese apresentada a EBA "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Piracicaba (SP), 78 p.
- ALLEY, M.M., MARTENS, D.C., SCHNAPPINGER, G.M. Jr. e HAWKINS, W.G. 1972. Field calibration of soil test for available zinc. Soil Sci. Amer. Proc. 36: 621-624
- AMBLER, J.E. e BROWN, J.C. 1969. Cause of Differential Susceptibility to Zinc Deficiency in Two Varieties of Navy Beans (Phaseolus vulgaris L.). Agronomy Journal 61: 41-43
- BARROWS, H.L., NEFF, M.S. e GAMMON, N. 1960. Effect of Soil type on mobility of Zn in the soil and its availability from Zn Sulphate to tung. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 367-372

BERGER, K.C. 1949. Boron in Soil and Crops. In Advances in Agronomy I: 321-351

_____. 1965. Introductory Soils. The Mac Millan Company, New York, U.S.A. 371 p.

BUCKMAN, O.H. e BRADY, C.N. 1967. Natureza e propriedade dos Solos. Livraria Bastos S.A. Rio de Janeiro, 594 p.

BOAWN, L.C., VIETS, Jr. F.G. e CRAWFORD, C.L. 1954. Effect of phosphate fertilizers on zinc nutrition of field beans. Soil Sci. 78: 1-17

BOUYOUCOS, G.J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal 45(9): 434-439

BOWEN, J.E. 1969. Absorption of Copper, Zinc and Manganese by Sugar cane Leaf Tissue. Plant Physiol. 44: 255-261

BRASIL SOBR^o, M.O.C. 1965. Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Tese apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz" para obtenção do título de Livre Docente de Química Agrícola. Piracicaba, SP. 135 p.

_____. 1974. 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^o 2, Química Agrícola. Piracicaba (SP), 96 p.

- BRAUNER, J.L., CATANI, R.A. e BITTENCOURT, V.C. 1966. Extração e determinação de Alumínio Trocável do Solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), 23: 54-73
- BRAGA, J.M. 1971. Boro - Apontamento de aula para Pós-Graduado. U.F.V. - Minas Gerais, Brasil. 14 p.
- BROWN, A.L., KRANTZ, B.A. e MARTIN, P.E. 1962. Plant Uptake and Fate of Soil Applied Zinc. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26: 167-170
- BRITTO, D.P.P.S., CASTRO, A.F., MENDES, W., JACCOUD, A., RAMOS, D.P. e 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
- BRITTO, D.P.P.S., CASTRO, A.F., NERY, C. e COSTA, F.A. 1971. Ensaio de adubação de milho em Latossolo Vermelho Amarelo sob vegetação de cerrado. Pesq. Agropec. Bras. Ser. Agron., 6: 203-207
- CATANI, R.A., ALCARDE, J.C. e KROLL, M.F. 1970. Extração e determinação do boro solúvel dos solos. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), 27: 287-294
- CATANI, R.A., PELLEGRINO, D., BITTENCOURT, V.C., JACINTHO, A.O. e GRANER, C.A.F. 1967. A concentração e a quantidade de micronutrientes e de alumínio em "Coffea arabica L. - variedade Mundo Novo". (B. Rod Chousy) - Aos dez anos de idade. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), 24: 97-106

- CATANI, R.A. e BITTENCOURT, V.C. 1972. Acidez do solo e seus componentes. Curso Pós-Graduado de Solos e Nutrição de Plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba (SP), 24 p. (mimeografado)
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. e GARGANTINI, H. 1955. Amostragem de solo, métodos de análises, interpretação e indicações gerais para fins de fertilidade. Bol. 69, Instituto Agrônômico de Campinas, 29 p.
- CALDWELL, A.C. e OHLROGGE, A.J. 1967. Phosphorus fertility requirements. In Advances in Corn Production: Principles and practices. 19 p.
- CARTTER, J.L., HARTWIG, E.E. 1963. The Mangement of Soybeans. In The Soybean. A.G. Norman. The University of Michigan. Ann. Arbor, Michigan. 239 p.
- COOK, R.L. 1962. Soil Management for Conservation and Production. John Wiley e Sons, Inc. New York, London. 527 p.
- CLUNG Mc, 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.
- COLWELL, W.E. 1943. A Biological Method for Determining the relative Boron contents of soils. Soil Sci. 56: 71-94

- COLLINGS, H.G. 1958. Fertilizantes comerciales. Sus fuentes y uso. Tradução feita para o Espanhol por Elejto - rio Sanchs Buedo. Salvat Editores, S.A., Barcelona, Madrid - Espanha. 710 p.
- DEL RIO, J.F.S. e BORNEMISZA, E.S. 1961. Analisis quimico de suelos. Métodos de laboratório para diagnosis de fertilidade. Departamento de Energia Nuclear, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica.
- DELVIL, R.M. 1968. Plant physiology. Reinhold Publishing Corporation. 564 p.
- DIBLE, W.T., BERGER, K.C. e TRUOG, E. 1954. Boron determination in Soils Plants. Simplified Curcumine Procedure. An. Chem. 26(2): 418-421
- EATON, F.M. 1944. Deficiency, Toxicity, and accumulation of boron ins plants. Jor. Agric. Research, 69(6): 237-277
- ESPIRONELO, A. 1972. Estudos sobre Efeitos do Boro na Ca na-de-açúcar (Saccharum spp) cultivada em alguns solos do Município de Piracicaba. Tese de Doutoramento apresentada à E.S.A. "Luiz de Queiroz", da USP, Piracicaba (SP), 58 p.
- FRANCO, A.B. 1957. Determinación biológica de Boro em ocho suelos del valle del Cauca, Acta Agronomica VII(2): 104-139

- FREITAS, L.M.M., Mc CLUNG, A.C. e LOTT, W.L. 1960. Experimentos de adubação em dois solos de campo cerrado. Bol. 21. IBEC - Research Institute (SP). 31 p.
- FREITAS, L.M.M., TANAKA, T., LOBATO, E., SOARES, W.V. e FRANÇA, G.E. 1972. Experimentos de adubação de milho doce e soja em solos de campo cerrado. Pesq. Agropec. bras. Ser. Agron. 7: 57-63
- FUEHRING, H.D. 1966. Nutrition of Corn (Zea mays L.) on calcareous Soil III - Interaction of zinc and boron with plant population and The relationship. ~~between~~ grain yield and leaf composition. Soil Sci. Amer. Proc. 30: 489-494
- GALLO, J.R., HIROCE, R., BATAGLIA, O.C. e PUPO DE MORAES, F. R. 1970. Levantamento de Cafezais do Estado de São Paulo pela análise química foliar. Bragantia, 29: 237-248
- GALL, O.E. e BARNETTE, R.M. 1940. Toxic limits of replaceable zinc to corn and cowpeas grown on three. Florida soil. J. Am. Soc. Agron., 32: 23-32
- GUPTA, C.U. 1972. Interaction Effects Boron and lime on Barley. Soil Sci. Soc. of Amer. Proc., 36: 332-334
- GLORIA, N.A., CATANI, R.A. e MATUO, T. 1964. Método do EDTA na determinação do cálcio e magnésio "trocável" do solo. Anais da ESALQ, 21: 219-228

- GOMES, F.P. 1960. Curso de Estatística Experimental. Publicação Didática. ESALQ, Piracicaba (SP). 229 p.
- HALL, A.D. e ROBINSON, W.G. 1961. Estudio científico del suelo. Traduzido do Inglês para o Espanhol por José Garcia Vicente. Aguilar, Madrid, Espanha. 305 p.
- HERMANDO, J., CONDE, M.P.S. e CADAHIA, C. 1963. Determinación del boro em suelos. Anales de Edafologia y Agrobiologia, 22: 167-181
- HOROWITZ, A. e DANTAS, H.S. 1973. Boro disponível nos solos da zona litoral Mata de Pernambuco. Pesq. Agropec. Bras. Ser. Agron., 8: 163-168
- HIROCE, R., BATAGLIA, O.C., MORAES, F.R.P., GALLO, J.R., NERRY, C. e LAUN, C.R.P. 1973. Relações entre os teores de macronutrientes (NPK, Ca e Mg) das folhas de cafeeiro 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
- HEEVE, R. e SHIVE, J.W. 1944. Potassium boron and calcium boron relationships in plant nutrition. Soil Sci. Baltimore 57: 1-14
- HODGSON, F.J. 1963. Chemistry of the Micronutrient Elements in Soils. In Advance in Agronomy, 15: 119-160

- IGUE, K. e 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. e SOBRº, J.A. 1962. Influência do zinco na produção do milho. Bragantia, 21(16): 263-279
- JACINTHO, A.O., CATANI, R.A. e PIZZINATO, A. 1971. Extração e determinação do teor solúvel de zinco do solo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", 28: 275-285
- JACOB, A. e UEXKULL, H.V. 1961. Fertilizacion nutrition y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Traduzido por L. Lopes Martinez de Alva. Internationale Handelmaatschappij voor Meststoffen N.V. Amsterdam. 626 p.
- JACKSON, M.L. 1964. Analises químico de suelos. Traduzido pelo Prof. José Betran Martinez, Ediciones Omega. Barcelona, Espanha. 662 p.
- JONES, H.P. e SCARS, G.O. 1944. The calcium boron in plants as related to boron needs. Soil Sci., Baltimore, 57: 15-24
- JONES, M.B., QUAGLIATO, J. e FREITAS, L.M.M. 1970. Respostas de alfafa e algumas leguminosas tropicais e aplicações de nutrientes minerais, em três solos de campo cerrado. Pesq. Agrop. Bras., 5: 209-214

- KEEFER, R.F., SINGH, N.R., HORVATH, J.O. e HENDERLO, R.P.
1972. Response of corn to lime and of Phosphorus on
zinc application. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36: 628-
632
- KURAMOTO, M., OLIVEIRA, O.G. e HAAG, H.P. 1970. Nutrição
Mineral de Hortaliças. Deficiências de Micronutrientes
em Couve-flor. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piraci
caba (SP), 27: 335-345
- LEHR, J.J. 1940. On the action of minor and trace ele -
ments. Landbouwk, Tijdschr., s-Grav., 52: 823-836
- LEMOES, R.C. et alii. 1960. Levantamento de Reconhecimen-
to dos Solos do Estado de São Paulo. Boletim de Serviço
Nacional de Pesquisas Agronômicas, nº 12, Ministério da
Agricultura.
- LINDSAY, W.L. 1972. Zinc in Soils and Plant Nutrition.
In Advance in Agronomy, 24: 147-186
- LOTT, W.L., Mc CLUNG, A.C., VITA, R. de e GALLO, J.R. 1961.
Levantamento de cafezais em em São Paulo e Paraná pela
análise foliar. Bol. nº 26. IBEC - Research Institute,
São Paulo. 72 p.
- MARINHO, M.L. e IGUE, K. 1971. Factores affecting zinc
absorption by corn from volcanic Asch soils. Agronomy
Journal, 64: 3-8

MALAVOLTA, E. 1963. Nutrição do Cafeeiro. Em cultura e adubação de cafeeiro. Instituto Brasileiro de Potassa. São Paulo, Brasil. 259 p.

_____. 1967. Manual de Química Agrícola. Adubos e adubação. Biblioteca Agronomica "Ceres", São Paulo. 606 p.

_____. 1970. Nutrição Mineral de Plantas (Absorção iônica). Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. ESALQ-USP, Piracicaba (SP). 226 p. (Apostila)

_____. 1973. Nutrição Mineral e Adubação de Essenciais Florestais. Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ-USP, Piracicaba (SP). 34 p.

MALAVOLTA, E. e COURY, T. 1954. Em "Apostilas de práticas de Química Agrícola". Ed. do Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz". (mimeografado)

MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MELLO, F.A.F. e BRASIL SOBRº, M.O.C. 1967. Nutrição mineral de algumas culturas tropicais. Livraria Pioneira Editora, São Paulo. 251 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

MASCARENHAS, H.A.A. 1970. The growth and mineral content of Soybeans (Glycine max (L.). As influenced by soil pH, Zinc, Magnesium and other elements. Tese apresentada ao "Graduate Council" da Universidade da Florida, U.S.A. para obtenção do título de "Master of Science" in Agriculture. 100 p.

MASCARENHAS, H.A.A., KIIHIL, R., NAGAI, V. e BATAGLIA, O. 1973. Aplicação de micronutrientes em soja cultivada em solo de cerrado. Bragantia (Prelo)

MENDES, H.C. 1965. Nutrição mineral do algodoeiro. Em cultura e adubação do algodoeiro. Editado pelo Instituto Brasileiro de Potassa, São Paulo, Brasil. 567 p.

MILLAR, E.C. 1955. Soil fertility. John Wiley e Sons Inc., New York, Chapman e Hall Ltd, London. 436 p.

MITSCHERLICH, E.A. 1923. Die pflanzenphysiologische lösung der chemischen Bodenanalyse. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 58: 601-617

MIYASAKA, S., FREIRE, E.S., IGUE, T., SCHMIDT, N.C. e LEITE, N. 1966. Adubação mineral do feijoeiro. V - Efeito de N.P.K.S e de uma mistura de micronutrientes, em dois solos do Vale do Paraíba. Bragantia, Campinas, 25: 307-316

- 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 experiencias conduzidas em Tatui e Tiete. *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 - legitima e Terra Roxa misturada. *Bragantia*, 26(21): 287-302
- MIKKELSEN, D.S., FREITAS, L.M.M. e Mc CLUNG, A.C. 1963. Efeitos da calagem e adubação na produção de algodão, milho e soja em três solos de campo cerrado. Bol. nº 29 - IBEC - Research Institute, São Paulo. 47 p.
- MUTO, S. 1952. Geochemistry of boron. III - Boron in rain water. *J. Chem. Soc. Japan, Chem. Abstracts*, 47: 2553 (1953)
- NEUBAUER, H. e SCHNEIDER, W. 1923. *Ztschr Pflanz. Düng.* 2: 329
- NUNES, R.E. e LAIRD, R.J. 1969. Colégio de Post graduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 208 p. (mimeografado)
- NEPTUNE, A.L.M. e COURY, T. 1958. Os micronutrientes. *Rev. Agricultura, ESALQ, Piracicaba (SP)*. Vol. 33: 213-222

- RUDGERS, L.A., DEMETERIO, J.L., PAULSEN, G.M. e ELLIS, Jr. R.
1970. Interaction among atrazine, temperature, and phosphorus induced Zinc deficiency in Corn (Zea mays L.).
Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 34: 240-244
- SARRUGE, J.R. 1968. Estudos sobre as relações calcio/boro e potássio/boro no cafeeiro (Coffea arabica L.).
ESALQ-USP, Piracicaba (SP). 78 p. (Tese de Doutorado)
- SAINZ, J.F.S. e BORNEMISZA, E.S. 1961. Análises químico de suelos. Métodos de laboratório para diagnosis de fertilidad. Departamento de Energia Nuclear. Instituto de Ciencias Agrícolas da la OEA. Turrialba, Costa Rica.
- SCHMIDT, W.E., HAAG, H.P. and EPSTEINE, 1965. Absorption of zinc by excised Borley Roots. Physiologia Plantarum, 18: 860-869
- SEATZ, L.F. e JURINAK, J.J. 1957. Zinc and soil fertility. The soil 1957 - Yearbook of Agricultura, 115-121
- SWAINE, D.J. 1955. The Trace Element Content of Soils.
Conn. Agric. Bur. Furn. Tech. Com. nº 48.
- _____. 1962. The Trace Element Content of Fertilizers. Tech. Comn. nº 52, Comn. Bureaux of Soils Harpenden.
- SCHUSTER, C.E. e STEPHENSON, R.E. 1940. Sunflower as an Indicator Plant of Boro deficiency in Soils. J. Am. Soc. Agron., 32: 607-621

- SILVEIRA, R.I. 1972. Estudos sobre os efeitos de alguns fatores que afetam a fixação do zinco no solo. Tese apresentada a E.S.A. "Luiz de Queiroz" da USP para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Piracicaba, São Paulo. 58 p.
- TISDALE, S.L. e NELSON, W.L. 1966. Soil Fertility and Fertilizers. The Mc Millan Co. New York. Collier. Mc Millan Ltd. London. 694 p.
- THORNE, D.W., DERBY, W., WALLACE, A. 1942. Zinc relationships of some. Utah Soil Sc., 54: 463-681
- THOMPSON, L.M. 1952. Soils and Soil Fertility. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 339 p.
- VALADARES, J.M.A.S., BATAGLIA, D.C. e FURLANI, P.R. 1974. Estudo de materiais calcários usados como corretivos do solo no Estado de São Paulo. III - Determinação da Mo, Co, Cu, Fe, Mn e Zn. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciencia do Solo. p. 378-379 (Resumo)
- 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. 72 p.
- VERDADE, F.C., GARGANTINI, H. e MIRANDA, L.T. 1968. Uso e aplicação do calcário. Editado pelo Acordo IBC, Secretaria da Agricultura de São Paulo e Fundo da Expansão Agropecuária. 63 p.

VIETS, F.G.J., BOAWN, L.C. e CRAWFORD, C.L. 1954. Zinc Content and deficiency symptoms of 26 crops grown on Zn deficient soil. Soil Sc., 78: 305-316

WALLACE, T. 1961. The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms, Her Majesty's Stationery Office, 1961, London. 125 p.

WEAR, J.I. and SOMMER, A.L. 1948. Acid-extractable zinc of soils in relation to the occurrence of zinc deficiency symptoms of corn: A method of analysis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 12: 143-144

WEAR, J.I. 1956. Effect of soil pH and calcium on uptake of zinc by plants. Soil Sci., 81: 311-317

9. A D E N D O

QUADRO 14 - Análise de regressão da produção do micélio seco do fungo "Aspergillus niger" obtida com aplicação de diversas doses de zinco em Regossolo sob vegetação de cerrado.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F
Reg. até grau 3	3	179.009,0782	-
Desvio reg. grau 3	2	7.341,9345	-
Devido ax ³	1	73.733,5000	15,71**
Reg. até grau 2	2	231.646,8673	-
Desvio reg. grau 2	3	29.472,4564	-
Devido ax ²	1	176.543,2619	37,61**
Reg. até grau 1	1	286.750,4730	-
Desvio reg. grau 1	4	66.240,1577	-
Devido ax ¹	1	286.750,4730	61,08**
Tratamentos	5	-	
Resíduo	12	4.694,4451	
Total	17	-	

** - Significância a 1% de probabilidade

QUADRO 15 - Análise de regressão da produção do micélio seco do fungo "Aspergillus niger", obtida com aplicação de diversas doses de zinco em Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa sob vegetação de cerrado.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Reg. até grau 3	3	322.018,59	
Desvio reg. grau 3	2	10.063,70	
Devido ax ³	1	228.989,60	40,85**
<hr/>			
Reg. até grau 2	2	368.533,0	
Desvio reg. grau 2	3	83.039,0	
Devido ax ²	1	478.414,2	85,35**
<hr/>			
Reg. até grau 1	1	258.651,9	
Desvio reg. grau 1	4	181.882,8	
Devido ax ¹	1	258.651,9	46,14**
<hr/>			
Tratamentos	5	-	
Resíduo	12	5.605,5	
Total	17	-	

** - Significância a 1% de probabilidade

QUADRO 16 - Análise de regressão da produção de grãos de milho obtida em função das diversas doses de zinco aplicadas em Regossolo sob vegetação de cerrado.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Reg. até grau 3	3	3.2033	
Desvio reg. grau 3	2	0.1906	
Devido ax^3	1	5,2634	10,78**
Reg. até grau 2	2	2.1733	
Desvio reg. grau 2	3	1.8815	
Devido ax^2	1	4.2570	8,72**
Reg. até grau 1	1	0.0896	
Desvio reg. grau 1	4	2.4754	
Devido ax^1	1	0.0896	0,18 n.s
Blocos	3	-	
Tratamentos	5	-	
Resíduo	15	0.4884	
Total	23	-	

** - Significância a 1% de probabilidade

n.s - Não significativo

QUADRO 17 - Análise da variancia conjunta dos ensaios de campo, instalados em dois solos sob vegetação de cerrado, que ocorrem no Município de São Simão (SP), para o estudo da reação do zinco em milho.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Blocos de ensaio	6	18.2606	1,17
Ensaio (E)	1	115.4750	281,23 **
Tratamentos (T)	5	2.8020	6,82 *
Int. Ext.	5	0.4106	0,50 n.s
Resíduo	30	0.7538	
C.V. %			15,8%

** - Significancia a 1% de probabilidade

* - Significancia a 5% de probabilidade

n.s - Não significativo

QUADRO 18 - Análise de regressão conjunta dos ensaios de campo instalados em dois solos sob vegetação de cerrado do Município de São Simão (SP), para o estudo da reação do zinco em milho.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Reg. até grau 3	3	4,5215	11,01 **
Desvio reg. grau 3	2		
Tratamentos (T)	5		6,82 *
Ensaios (E)	1	115,4750	281,23
Int. T x E	5	0,4106	
<hr/>			
Reg. até grau 2	2	4,5420	11,06 **
Desvio reg. grau 2	3		
Tratamentos	5		
<hr/>			
Reg. até grau 1	1	0,8546	2,08 n.s
Desvio reg. grau 1	4		
Tratamentos	5		

** - Significancia a 1% de probabilidade

* - Significancia a 5% de probabilidade

n.s - Não significativo

QUADRO 19 - Análise de regressão da altura em centimetro do girassol - variedade Peohem - cultivado em silica com diversas doses de boro.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Reg. até grau 4	4	1.709.7492	
Desvio reg. grau 4	2	29.6017	
Devido ax ⁴	1	6.7325	0,24 n.s
Reg. até grau 3	3	2.777.4214	
Desvio reg. grau 3	3	21.9787	
Devido ax ³	1	49.8816	1,77 n.s
Reg. até grau 2	2	3.391.1913	
Desvio reg. grau 2	4	28.9544	
Devido ax ²	1	497.3733	17,61 **
Reg. até grau 1	1	6.285.0094	
Desvio reg. grau 1	5	122.6381	
Devido ax ¹	1	6.285.0094	222,50 **
Tratamentos	6	-	
Resíduo	21	28.2472	
Total	27	-	

** - Significancia a 1% de probabilidade

n.s - Não significativo

QUADRO 20 - Análise de regressão do peso da matéria seca em gramas do girassol - variedade Peohem - cultivado em sílica com diversas doses de boro.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Reg. até grau 4	4	10,6297	
Desvio reg. grau 4	2	0,0511	
Devido ax^4	1	0,6949	2,77 n.s
Reg. até grau 3	3	13,9413	
Desvio reg. grau 3	3	0,2657	
Devido ax^3	1	0,3626	1,45 n.s
Reg. até grau 2	2	20,7307	
Desvio reg. grau 2	4	0,2899	
Devido ax^2	1	3,1089	12,40 **
Reg. até grau 1	1	38,3526	
Desvio reg. grau 1	5	0,8537	
Devido ax^1	1	38,3526	152,92 **
Tratamentos	6	-	
Resíduo	21	0,2508	
Total	27	-	

** - Significancia a 1% de probabilidade

n.s - Não significativo

QUADRO 21 - Análise da variancia dos dados de altura em centímetro do girassol - variedade Peohem - cultivado durante 70 dias em diferentes substratos sem administração de boro à solução nutritiva.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Substratos	2	2093.4433	84,91 **
Resíduo	9	24.6555	

** - Significancia a 1% de probabilidade

QUADRO 22 - Análise da variancia dos dados de matéria seca em gramas do girassol - variedade Peohem - cultivado durante 70 dias em diferentes substratos sem administração do boro a solução nutritiva.

Causa da Variação	G.L.	Q.M.	F.
Substratos	2	19,7015	46,28 **
Resíduo	9	0,4256	
C.V.%		15,17	

** - Significancia a 1% de probabilidade

QUADRO 23 - Altura média em centímetro e peso médio da matéria seca em gramas, obtidos por vaso, com 4 repetições com a variedade Peohem aos 70 dias sem adição de bo ro ao substrato.

Substratos	Altura das plantas (cm)	Peso da matéria seca (g)
Sílica	22,94 c	1,91 c
LVA-fase arenosa	53,39 b	4,67 b
Regossolo	67,75 a	6,30 a
Teste de Tukey a 5%	9,18	1,29

Obs. - Índices literais idênticos apresentam tratamentos seme lhantes pelo teste de Tukey a 5%.

QUADRO 24 - Precipitação pluviométrica média em mm ocorrida du rante o ciclo das plantas.

Ano Agrícola 1973/74	CULTURAS	
	Milho	Feijão
outubro	-	-
novembro	165,50	165,50
dezembro	349,20	349,20
janeiro	364,70	364,70
fevereiro	75,10	-
março	452,60	-
abril	44,20	-
TOTAL	1.451,30	879,40