CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO BORO DISPONÍVEL EM SOLOS

VIRGILIO DE MORAES RUY
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. EURÍPEDES MALAVOLTA

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: *Solos e Nutrição de Plantas.*

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1986

A meus pais

DERVILLE E MARIA

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. *Eurípedes Malavolta*, pela orientação, incentivo e amizade durante todo o curso de mestrado;
- À *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP), pela bolsa de mestrado concedida;
- Ao *Convênio FEALQ/FINEP*, pela ajuda financeira;
- À Profa. Dra. *Clarice Garcia Borges Demétrio*, pelo auxílio nas análises estatísticas;
- Aos colegas e funcionários que conviveram comigo na *Seção de Nutrição Mineral de Plantas do CENA*, pelo auxílio, sugestões e amizades;
- Aos amigos da *Seção de Química Analítica do CENA*, pela colaboração prestada nas determinações analíticas;
- Ao amigo *Alfredo José Ferraz de Mello*, pela datilografia deste trabalho;
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o bom desenvolvimento da presente pesquisa.

ÍNDICE

Página

RESUMO. . . . . .

SUMMARY. . . . . .

1. INTRODUÇÃO. 1

2. REVISÃO DE LITERATURA. 4

2.1. Sintomas visuais de deficiência de boro. 4

2.2. Crescimento e composição mineral das plantas . . 5

2.3. Boro do solo disponível às plantas. 8

3. MATERIAL E MÉTODOS. 20

3.1. Solos. 20

3.2. Amostragem e preparo dos solos. 20

3.3. Análises químicas. 21

3.4. Análises físicas. 21

3.5. Determinação química do boro no solo. 22

3.5.1. Boro solúvel em água quente. 25

3.5.1.1. Extração. 25

3.5.1.2. Determinação. 26

3.5.2. Boro solúvel em HCl 0,05 M 26

3.5.2.1. Extração. 26

3.5.2.2. Determinação. 27

3.5.3. Boro solúvel em acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8. 27

3.5.3.1. Extração. 27

3.5.3.2. Determinação. 28

3.6. Análise do material vegetal. 28

3.7. Montagem e execução do experimento. 29

3.7.1. Delineamento experimental. 29

3.7.2. Correção da acidez dos solos. 29

3.7.3. Recipientes. 30

3.7.4. Fornecimento de nutrientes. 30

3.7.5. Variedade de girassol utilizada. 30

3.7.6. Técnica experimental. 33

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO. 36

4.1. Sintomas visuais. 36

4.2. Crescimento. 37

4.3. Composição mineral das plantas. 42

4.3.1. Teores. 42

4.3.2. Quantidades absorvidas de boro em função da dose deste micronutriente. 69

4.4. Boro no solo. 69

4.4.1. Teor inicial. 69

4.4.2. Teor final. 81

5. CONCLUSÕES. 93

6. LITERATURA CITADA. 97

CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DO BORO DISPONÍVEL EM SOLOS

Autor: VIRGILIO DE MORAES RUY
Orientador: Prof. Dr. Eurípedes Malavolta

RESUMO

Com o propósito de avaliar a disponibilidade de boro, plantas de girassol (*Helianthus annus L.*) foram cultivadas em casa de vegetação utilizando solos de cinco séries (TRE, LR, LE, PVA e AQ) do município de Piracicaba, estado de São Paulo, Brasil. Foram aplicadas sete doses de boro, com quatro repetições, sob um esquema fatorial inteiramente casualizado.

O método simplificado da água quente (GUPTA, 1967), o ácido clorídrico 0,05 M (PONNAMPERUMA *et alii*, 1981) e o acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 (GUPTA e STEWART, 1975) foram empregados como soluções extratoras. O boro nos extratos foi determinado pela técnica da curcumina quando empregou-se as duas primeiras soluções e pela azometina quando se utilizou o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8.

Durante a condução do experimento foram realizadas medidas de crescimento e observados os sintomas de deficiência de B. Após a colheita, executada 44 dias após a semeadura, foram realizadas análises minerais nas diversas partes das plantas.

Foram levados a efeito estudos de correlação entre os teores iniciais e finais de B no solo, B absorvido pelas plantas de girassol e parâmetros de crescimento.

As principais conclusões foram as seguintes:

(1) A altura das plantas refletiu o estado nutricional em relação ao boro melhor que qualquer outra característica das mesmas;

(2) Com relação à composição mineral as folhas novas foram a parte da planta mais sensível à disponibilidade de boro;

(3) A extração com água quente forneceu a melhor indicação do B disponível do solo, sendo seguida com relação a este aspecto pelo HCl 0,05 M, os resultados obtidos com o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 apresentaram menor confiabilidade;

(4) Para as três soluções extratoras foi possível estabelecer classes de fertilidade para o boro disponível do solo.

CONTRIBUTION TO THE STUDY OF AVAILABLE BORON IN SOILS

Author: VIRGILIO DE MORAES RUY
Adviser: Prof. Dr. Eurípedes Malavolta

SUMMARY

In order to assess boron availability sunflower (*Helianthus annus L.*) plants were grown in the greenhouse using soils belonging to five series of the Piracicaba County, State of S. Paulo, Brazil. Seven rates of B were applied with four replicates in a completely randomized design.

A simplified hot water technique (GUPTA, 1967), 0,05 M hydrochloric acid (PONNAMPERUMA *et alii*, 1981) and ammonium acetate buffered at pH 4,8 (GUPTA e STEWART, 1975) were employed as extracting solutions. In the extracts B was determined either by the curcumin or by the azomethine technique.

During the course of the experiment which lasted for 44 days growth measurements were made and symptoms of deficiency were registered. After harvesting the plants mineral analyses were performed in the several parts thereof.

Correlation studies between initial and final B in the soil, B taken up by the sunflower plants and growth

parameters were conducted.

Main conclusions are the following:

(1) plant height reflected the nutritional status with respect to boron better than any other plant characteristic;

(2) the B content of younger leaves gave the best evaluation of the plant response insofar analyses of plant parts are concerned;

(3) hot water extraction provided the best indication of available B in the soil, being followed in this respect by 0,05 M HCl; results obtained with ammonium acetate were less reliable;

(4) it was possible to establish fertility classes for soil B using three extracting solutions.

1. INTRODUÇÃO

Agrícola (1556), citado por BERGER (1949), menciona que o boro foi utilizado pela primeira vez com finalidade fertilizante há quatrocentos anos, através da aplicação de bórax, produto originário da Ásia Central. BERGER(1949) ainda relata que apenas em 1857 foi constatado, por Witstein e Apoiger, a presença de boro nas cinzas de uma planta de nome *Maesa picta*, originária da Abissínia, pertencente à ordem *Myrsinaceae*. No entanto, segundo RUSSEL (1957), foi Warington no ano de 1923 quem forneceu a primeira prova conclusiva da essencialidade deste elemento para as plantas; anteriormente, no ano de 1915, baseado num ensaio realizado com milho em solução nutritiva, Mazé havia sugerido que o boro era essencial para a vida das plantas.

Relatos sobre a ocorrência de deficiência de boro, bem como respostas das culturas à aplicação deste elemento, já foram feitos há vários anos em quase todas as partes do mundo, sendo que o Brasil não constitui exceção. Segundo MALAVOLTA (1981) já foram constatadas deficiências de boro em doze estados brasileiros, para diversas culturas de real interesse econômico tais como: cana-de-açúcar, cafeeiro, hortaliças, pinus, eucalipto, algodoeiro, batatinha, laranjeira, macieira, mamoeiro e videira.

Devido à existência de um limite estreito entre as concentrações deficientes e tóxicas para o crescimento normal das culturas, um programa de fertilização com boro requer planejamento cuidadoso. Necessita-se, primeiramente, solucionar alguns problemas relacionados com os testes realizados para avaliar o boro existente no solo que está disponível às plantas. Os problemas geralmente se encaixam em duas categorias: são problemas de análise e interpretação. Os problemas analíticos estão relacionados com os reagentes utilizados para a extração e determinação do boro; problemas envolvendo interpretação incluem a calibração da análise do solo com as respostas das culturas.

O método da água quente, mais utilizado para a extração do boro do solo que está em formas disponíveis às plantas, por apresentar uma série de problemas, está longe

de ser apropriado para análises rápidas de rotina. GUPTA e STEWART (1975) e PONNAMPERUMA *et alii* (1981) propuseram novos procedimentos para a extração e determinação do boro que apresentaram nos trabalhos originais vantagens sobre o método da água quente.

A presente pesquisa teve como objetivos:

- verificar o efeito de doses crescentes de boro no crescimento e na composição mineral de plantas de girassol;
- estabelecer curvas de calibração para três extratores do boro do solo que está disponível às plantas: HCl 0,05 M, acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 e água quente (método simplificado);
- estudar como os três extratores se inter-relacionam;
- relacionar os teores de boro disponível do solo fornecido pelos três extratores com o teor deste elemento nas diversas partes da planta e com a quantidade de boro absorvida pelas plantas de girassol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SINTOMAS VISUAIS DE DEFICIÊNCIA DE BORO

Segundo BRASIL SOBRINHO (1965) e CASAGRANDE (1978) os sintomas de deficiência de boro em girassol podem ser classificados em diferentes estádios: inicialmente desenvolve-se uma leve clorose na base das folhas terminais da planta (início); a seguir a clorose torna-se bem definida (1ª fase). Com o progredir dos sintomas, além da clorose do primeiro par, o segundo par de folhas torna-se verde-brilhante ou com clorose na parte da base e coloração verde-brilhante na parte restante do limbo (2ª fase). Num estádio mais avançado há morte da gema terminal e paralisação do crescimento da planta, acentuando-se os sintomas das folhas mais novas (3ª fase). Em casos de deficiências extremas ocorre a

morte da gema apical logo no início do desenvolvimento da planta permanecendo apenas as folhas cotiledonares, as quais crescem exageradamente tornando-se disformes e com aspecto coriáceo, o tronco mostra entumecimento podendo ocorrer rachaduras na altura do colo. Em condições de campo BLAMEY *et alii* (1979) relatam que a adição de boro à cultura de girassol, crescendo em solos onde a deficiência deste micronutriente já tinha sido anteriormente constatada, teve um pequeno efeito visível nos estádios iniciais de crescimento das plântulas de girassol, entretanto, com o progredir do desenvolvimento das plantas foram observados clorose, necrose e consistência coriácea das folhas superiores nos tratamentos onde o boro não foi aplicado.

2.2. CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS

SCHUSTER e STEPHENSON (1940) após o cultivo de diversas plantas de girassol em vasos com 400 gramas de terra, aos quais tinham sido adicionados todos os elementos essenciais com exceção do boro, observaram que o peso da matéria seca e a altura das plantas no final do experimento revelavam a disponibilidade de boro no solo.

CASAGRANDE (1978) verificou com base no crescimento de plantas de girassol, cultivadas em vasos com meio litro de terra fina seca ao ar proveniente de cinco séries

de solos do município de Piracicaba, que a aplicação de 0,3 e 0,4 ppm de B foram suficientes para o desenvolvimento normal do girassol em relação ao peso da matéria seca e à altura, respectivamente. O autor ainda relata que a utilização do peso da matéria seca como critério para avaliar a disponibilidade de boro não foi tão eficiente quanto o valor-idade e a altura das plantas, sendo que estes dois últimos critérios refletiram com boa precisão as faixas dos teores do boro do solo extraídos por meio do método da água quente.

BLAMEY *et alii* (1979) constataram um aumento de 48% na produção de sementes por plantas de girassol, cultivadas em condições de campo, como resposta à adição de boro. Por sua vez MESQUITA FILHO e OLIVEIRA (1984) obtiveram, em ensaio de casa de vegetação com solo sob vegetação de cerrado, que a produção de matéria seca pela batata (*Solanum tuberosum L.*), os teores de boro das folhas e dos solos aumentaram à medida que foram adicionadas doses crescentes do micronutriente, sendo que os teores de boro nas folhas não aumentaram proporcionalmente ao aumento da dose de boro. Já PETERSON e NEWMAN (1976) observaram que a concentração de boro nas folhas de festuca (*Festuca arundinacea* Schreb) variou de 8 a 739 ppm para cinco cortes, sendo significativamente afetada pela taxa de aplicação de boro nos cinco cortes, visto que cada incremento adicional de boro fornecido mais que

dobrou a concentração do micronutriente no tecido foliar em todos os cortes efetuados.

Segundo HANWAY (1973), para alguns nutrientes, a análise de solo pode não ser possível ou exequível com resultados satisfatórios. Neste caso as análises de plantas podem, muitas vezes, serem utilizadas para fornecer índices do estado nutricional em relação aos nutrientes em questão, ou mesmo para suplementar as informações para os nutrientes cuja análise química nos solos é feita com sucesso. No caso do boro, já foram encontradas por HIROCE *et alii* (1971) correlações significativas entre o teor de boro nas folhas e a produção de tubérculos de batatinha (*Solanum tuberosum L.*). Por outro lado BERGER e TRUOG (1940), baseados em correlações obtidas entre o boro extraído por meio da água quente e o teor de boro existente em folhas de beterraba, haviam sugerido que a análise de tecidos das plantas era um método promissor para determinar a disponibilidade de boro nos solos. BAKER e COOK (1959) relatam que a análise do tecido das plantas com relação ao boro mostrou ser um indicador melhor que o teor de boro no solo, extraído pelo método da água quente, para avaliar o boro do solo disponível às plantas.

GUPTA e MacLEOD (1977) não obtiveram efeito significativo de doses de boro sobre as concentrações de cálcio e magnésio nos tecidos de alfafa e nabo. ELLIOTT e NELSON (1981) fornecendo boro a intervalos regulares até o aparecimento de toxidez deste micronutriente em plantas de begônia (*Begonia hiemalis*), cultivadas em vasos, não observaram nas folhas novas destas plantas, quando comparadas a plantas de mesma idade que não receberam boro, efeito deste nutriente sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, tendo sido observado efeito marcante de doses de boro sobre os teores deste elemento nas folhas.

2.3. BORO DO SOLO DISPONÍVEL ÀS PLANTAS

De acordo com WALSH e BEATON (1973) os procedimentos analíticos para medir as frações disponíveis de micronutrientes do solo necessitam novas pesquisas. A grande maioria dos pesquisadores tem dado preferência à utilização da água quente como extrator do boro existente no solo que está em formas disponíveis às plantas, método proposto por BERGER e TRUOG (1939). Segundo BRAY (1948) para que a análise química do solo alcance sucesso é necessário empregar uma solução extratora que possua as seguintes propriedades: a) extrair a

quantidade total ou proporcional das formas disponíveis do nutriente de solos com propriedades variáveis; b) medir com razoável precisão a quantidade do nutriente no solo e, c) possuir rapidez e precisão. GUPTA e STEWART (1975) citam fatos pelos quais concluem que a água quente não possui as propriedades sugeridas por BRAY (1948); segundo os autores descrições recentes do método de extração de boro do solo por meio da água quente mostram algumas variações entre laboratórios, sejam estes localizados em países diferentes ou num mesmo país, que dificultam a comparação dos resultados embora o extrator seja o mesmo. GUPTA e STEWART (1975) relatam vários problemas e desvantagens relacionados com o uso deste extrator, tais como morosidade da análise, procedimento muito trabalhoso, possibilidade de aparecimento de filtrados turvos e perda de boro na forma de vapor. Para MELSTED e PECK (1973) a análise do solo é aplicada em praticamente todas as partes do mundo com sucesso variável; as causas do sucesso ou fracasso são diversas mas, geralmente, estão relacionadas com a quantidade e a qualidade dos dados de pesquisa disponíveis para a calibração e interpretação destas análises.

BRAY (1948) considera que o valor obtido na análise de solo deve ser uma medida de duas propriedades inter-relacionadas do mesmo, ou seja, a severidade da deficiência, isto é, como crescerá a produção se a deficiência do nutriente for corrigida e a quantidade de fertilizante requeri

da para corrigir esta deficiência; o processo experimental no qual estas duas propriedades do solo são estabelecidas e combinadas para fornecer a base para recomendação de fertilizantes é chamado calibração da análise de solo. Para COPE e HOUSE (1973) o objetivo da análise química do solo é fornecer um guia para o manejo da fertilidade do mesmo, através da utilização de relações determinadas experimentalmente entre propriedades químicas dos solos e crescimento das culturas. Segundo os autores o processo de determinar as relações solo/colheita é comumente chamado de calibração dos valores da análise química do solo; um valor calibrado da análise de solo para um nutriente particular deve indicar o grau de deficiência deste nutriente e a quantidade do mesmo que deve ser aplicada como fertilizante para corrigir esta deficiência. Por outro lado WALSH e BEATON (1973) relatam que existem dúvidas sobre os significados dos termos calibração e correlação, existindo uma tendência dos mesmos serem empregados como sinônimos. Para WALSH e BEATON (1973) o termo correlação deve ser usado para expressar a relação entre as quantidades extraídas pelos testes de laboratório e a absorção pelas plantas, sendo o termo calibração entendido como a relação entre testes de laboratório e valores de produção para doses crescentes do nutriente em estudo.

O princípio básico para verificar se o solo

está deficiente, segundo BRAY (1948), é a existência de um tratamento onde nenhum dos nutrientes está deficiente ou em quantidades tóxicas ao lado de outro tratamento em condições semelhantes, onde o nutriente em estudo é omitido. HANWAY(1973) também se refere a este aspecto relatando que nos estudos em casa de vegetação é importante que todos os nutrientes essenciais, exceto o que está em falta, estejam disponíveis em condições adequadas. Ainda segundo BRAY (1948) para se saber o nível da deficiência é necessário trabalhar com doses crescentes do nutriente em estudo até se atingir o tratamento completo.

ROUSE (1968) relata que nos ensaios visando obter dados destinados à calibração as condições experimentais variam muito, não se podendo utilizar as produções reais como base de comparação. As produções obtidas como respostas às diferentes doses do nutriente podem ser comparadas através da conversão das produções reais em produções relativas: a produção mais alta deve ser tomada como um valor 100 e todas as outras produções daquele solo devem ser relacionadas com a mais alta. No entanto, BRAY (1948) considera que todos os solos devem receber uma quantidade igual do nutriente em estudo que será suficiente, mesmo nos solos mais pobres, para atingir a produção máxima, sendo a produção relativa de todos os solos expressas em relação à produção com

este teor comum. WALMSLEY *et alii* (1971) também relatam que as produções relativas devem ser calculadas com relação à uma produção máxima obtida com um parâmetro comum.

A relação entre valores de análise química de solo e níveis de fertilidade do mesmo são usualmente descritas com base nos termos baixo, médio e alto. No entanto, segundo ROUSE (1968), para a análise de solos ser quantitativa os termos utilizados para descrever os teores devem ser definidos em termos de suficiência para o crescimento das plantas. O autor adota os seguintes níveis de fertilidade: a) excessivamente alto - significa uma quantidade excessiva do nutriente no solo, sendo que adições futuras podem ser prejudiciais; b) muito alto - significa que o fornecimento do nutriente é adequado, sendo que adições futuras não devem ser feitas enquanto a análise do solo não mostrar uma queda no teor do elemento; c) alto - significa que o fornecimento do nutriente é adequado para as produções mais elevadas, no entanto, é vantajoso iniciar uma adubação leve (de manutenção) para conservar alto o nível de fertilidade; d) médio - significa que o solo poderá produzir de 75 a 100% da produção potencial sem a adição do elemento; e) baixo - significa que o solo poderá produzir de 50 a 75% da produção potencial sem a adição do elemento e,f) muito baixo - significa que o solo poderá produzir menos que 50% da produção potencial sem a adição do

elemento. Para eliminar o sinal de porcentagem ROUSE (1968) estabeleceu índices de fertilidade, que são os seguintes: a) menor que 50 - corresponde a muito baixo; b) 50-75 - baixo; c) 75-100 - médio; d) 100-300 - alto; e) 300-600 - muito alto e, f) maior que 600 - excessivamente alto. Por outro lado, RAIJ (1974) considera que o uso de cinco classes de teores têm a vantagem de diminuir os riscos de erro na formulação de adubos devido a desvios imprevistos da calibração estabelecida. Outra vantagem é que as classes tendo sido estabelecidas com base na produção relativa, refletem melhor a produção que deve ser esperada sem adubação com o nutriente em estudo do que utilizando-se apenas duas ou três classes. Segundo o autor os limites de classes são dados pela produção relativa que varia de 0 a 50% para teores muito baixos, 51 a 75% para teores baixos, 76 a 90% para teores médios, 91 a 100% para teores altos e acima de 100% para teores muito altos, sendo que a produção relativa é calculada pela relação entre a produção do tratamento que não recebeu o nutriente e um tratamento completo comum a todos os solos.

RAIJ (1981) relata que um tipo de estudo muito interessante para selecionar métodos de análise de solo consiste em conduzir ensaios em vasos com amostras de diversos solos provenientes da região, variando bastante naquelas propriedades que afetam a disponibilidade do nutriente em questão. Os solos devem receber todos os nutrientes necessários

para o desenvolvimento vegetal, menos o que está em teste. Uma planta é cultivada admitindo-se como único fator a afetar o crescimento a disponibilidade do nutriente testado no solo. Colhem-se as plantas e determinam-se as quantidades absorvidas do nutriente. Determina-se o nutriente em amostras dos mesmos solos, separadas antes do ensaio, por vários métodos. Estudos de correlação entre teores dos nutrientes dos solos, determinados pelos diversos métodos, e as quantidades absorvidas pelas plantas indicarão as melhores possibilidades. O autor ainda relata que alguns outros critérios que têm influência na escolha de um método de análise de solo são a facilidade de execução analítica, custo e uniformidade entre diversos laboratórios. Para RAIJ (1981) a vantagem de se utilizar produções relativas no estabelecimento de correlações entre respostas às adubações e teores de nutrientes em solos está na minimização dos efeitos das condições climáticas, que influem na produtividade e, portanto, nas respostas em termos absolutos, mas afetam pouco as produções relativas.

BRASIL SOBRINHO (1965) encontrou coeficiente de correlação linear igual a 0,76** entre altura e boro extraído por meio da água quente para os grandes grupos de solos do estado de São Paulo, sendo que para as séries do município de Piracicaba o coeficiente foi igual a 0,79**. CASA GRANDE (1978) encontrou para as séries do município de Pira

cicaba coeficiente de correlação linear entre altura e boro extraído por meio da água quente igual a 0,85**. Com relação ao teor de boro solúvel em água quente e peso da matéria seca produzida por plantas de girassol BRASIL SOBRINHO (1965) encontrou r' = 0,80** tanto para os grandes grupos de solos do estado de São Paulo como para as séries de solos do município de Piracicaba, para estas últimas CASAGRANDE (1978) encontrou r' = 0,79**.

OKAZAKI e CHAO (1968), estudando a adsorção e dessorção de boro por solos do Havai, levantaram uma crítica ao método de água quente. Chegou-se à conclusão de que o boro, provavelmente, forme durante o processo de adsorção mais de um produto de reação, isto porque a liberação do boro adsorvido mostrou a não reversibilidade total do processo de adsorção. A dessorção do boro foi influenciada pelo período de aquecimento da suspensão, pela relação solo-água e pelo número de extrações. Segundo os autores, longos períodos de aquecimento, elevadas relações solo-água e maior número de extrações tendem a aumentar a recuperação do boro nativo ou do boro adicionado. Com estes resultados contestou-se o fato da quantidade de boro extraída uma única vez com água quente ser considerada disponível para as plantas, ou seja, esta extração quando muito libera uma porção de boro que pode não ser proporcional à quantidade total disponível presente na solução do solo, sendo que seria mais significativo conside

rar a quantidade de boro, retirada em uma única extração com água quente como indicadora do fator intensidade e o boro total disponível, ou seja, o liberado em repetidas extrações, como indicador do fator capacidade.

BAKER (1971) obteve uma medida do boro biologicamente disponível analisando a quantidade removida de um pequeno volume do solo por plantas de girassol. A quantidade de boro extraída do solo pela água quente, antes do plantio, foi bem correlacionada com o boro absorvido pelas plantas de girassol. O autor ainda obteve que as quantidades de boro extraídas quimicamente, calculadas através dos teores de boro obtidos antes e após o cultivo de cinco plantas de girassol por vaso com 500 ml de terra fina seca ao ar até todas as plantas mostrarem os sintomas de deficiência deste micronutriente, pelo método da água quente foram inferiores às quantidades extraídas pelas plantas. Por outro lado McCLUNG e DAWSON (1950), analisando o solo antes e após o cultivo de girassol em vasos, notaram que o decréscimo no conteúdo de boro solúvel em água quente foi relativamente menor que as quantidades absorvidas pelas plantas, o que os levou a afirmar que este processo de extração removia apenas uma fração do boro que estaria em formas disponíveis às plantas. PETERSON e NEWMAN (1976) constataram que o boro extraído pela água quente após o cultivo de festuca (*Festuca arundinacea* Schreb) foi positivamente relacionado com a taxa de adição

de boro.

GUPTA e STEWART (1975), que propuseram o acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 como extrator do boro disponível às plantas, realizaram um experimento comparando a eficiência desta solução com a da água quente. Os dois métodos não extraíram a quantidade total de boro, que tinha sido previamente adicionada aos solos, devido à adsorção que ocorre nos componentes do solo (sesquióxidos, argila e matéria orgânica). No entanto, a água quente extraiu menor quantidade devido às perdas de boro na forma de vapor. Os autores explicam o ocorrido relatando que o método da água quente utiliza temperaturas ao redor de 100°C, ao passo que a extração com acetato de amônio se realiza à temperatura ambiente; a 103 °C a pressão de vapor do ácido bórico aproxima-se da pressão atmosférica, sendo que a presença de grandes quantidades de sais pode aumentar o ponto de fusão da água, pelo que se deduz que durante a extração pela água quente há uma grande tendência do ácido bórico escapar para a atmosfera na forma de vapor. RUSSEL (1957) também relata a ocorrência de perdas de boro na forma de vapor durante a extração por meio da água quente. REISENAUER *et alii* (1973) levantam um problema adicional com relação à utilização da água quente: relatam que muitos pesquisadores têm encontrado que o boro assim extraído correlaciona-se bem com a absorção do elemento pelas plantas, mas não com respostas à aplicação de boro em cultu

ras conduzidas no campo; o que torna incompleta a proposição de COPE e ROUSE (1973) de que para o extrator ser adequado para dados de calibração a quantidade de nutriente extraída deve ser proporcional à absorvida pela cultura.

PONNAMPERUMA *et alii* (1981) relatam que o HCl 0,05M pode ser usado com sucesso para a extração do boro do solo disponível às plantas. Os autores encontraram que os resultados obtidos através deste método se relacionam muito bem com os conseguidos pelo uso da água quente, $r' = 0,956^{***}$, sendo que a concentração de boro nas plantas de arroz foi melhor correlacionada com o método do HCl 0,05 M, r' $0,96^{**}$, do que com o método de BERGER e TRUOG (1939), $r' = 0,91^{**}$.

Com relação à influência da textura na disponibilidade de boro OBUKHOV (1968) encontrou coeficiente de correlação significativo entre o boro solúvel em água quente e o teor de argila ($r' = 0,60$), por sua vez GUPTA (1968) observou que, na quase totalidade dos solos estudados, os teores de boro solúvel em água foram menores em solos de textura grossa e maiores nos de textura fina. BRASIL SOBRINHO (1965), estudando o teor de boro em diversos solos do município de Piracicaba e outras regiões do estado de São Paulo, concluiu que os solos argilosos eram bem supridos, enquanto os arenosos se mostraram muito pobres no micronutriente. CASAGRANDE (1978), trabalhando com solos do município de Piracicaba, encon

trou correlação positiva e significativa entre o teor de argila e os valores de boro solúvel em água quente. HOROWITZ e DANTAS (1973) observaram uma tendência para o acúmulo de boro nos horizontes mais argilosos de solos representativos da zona litoral - mata de Pernambuco.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. SOLOS

Das séries de solos do município de Piracicaba, mapeadas por RANZANI *et alii* (1966), foram escolhidas cinco: Luiz de Queiroz (Terra Roxa Estruturada, eutrófica), Iracema (Latosol Roxo, eutrófico), Sertãozinho (Latosol Vermelho, textura arenosa, distrófico), Quebra Dente (Podzólico Vermelho Amarelo, textura arenosa/média) e Ribeirão Claro (Areia Quartzosa).

3.2. AMOSTRAGEM E PREPARO DOS SOLOS

As amostras foram coletadas a profundidade de

0-30 cm, tomando-se aproximadamente 50 kg de terra de cada solo, os quais foram acondicionados em sacos plásticos, trazidos à casa de vegetação, homogeneizados, secos ao ar e peneirados em tamis de náilon com malhas de 2 mm de abertura. De cada solo foi retirada uma amostra para as análises físicas e químicas.

3.3. ANÁLISES QUÍMICAS

As análises de pH, carbono, fósforo, potássio trocável, cálcio trocável, alumínio trocável e hidrogênio foram executadas de acordo com CATANI e JACINTHO (1974), os resultados (médias de duas repetições) encontram-se na Tabela 1.

3.4. ANÁLISES FÍSICAS

As análises granulométricas (Tabela 2) foram realizadas pelo método da pipeta, utilizando-se hexametafosfato de sódio a 5% como agente dispersante, de acordo com KILMER e ALEXANDER (1949).

Além das análises granulométricas foram determinados o poder de embebição, as densidades aparente e real, bem como foram calculados os espaços lacunares para cada solo empregado no experimento (Tabela 3).

Tabela 1. Resultados das análises químicas dos solos estudados.

Solo	pH (H_2O)	M.O.[1] (%)	miliequivalentes/100 g de TFSA					
			PO_4[2]	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+
Luiz de Queiroz (TRE)	6,0	2,59	0,06	0,26	5,23	0,99	0,11	3,53
Iracema (LR)	6,1	2,43	0,90	0,40	5,62	1,73	0,10	3,76
Sertãozinho (LV)	5,0	0,78	0,23	0,23	1,52	0,02	0,62	3,72
Quebra Dente (PVA)	5,8	0,98	0,08	0,12	2,99	0,33	0,11	2,13
Ribeirão Claro (AQ)	5,5	1,11	0,04	0,06	2,46	0,66	0,15	2,60

(1) % M.O. = C % x 1,724.

(2) solúvel em H_2SO_4 0,05 N.

Tabela 2. Resultados das análises granulométricas dos solos estudados, valores em porcentagem.

Solo	Argila (%)	Limo (%)	Areia (%)					
			muito grossa	grossa	média	fina	muito fina	total
Luiz de Queiroz	34,7	31,8	0,5	1,7	7,3	16,3	7,7	33,5
Iracema	45,3	26,4	0,3	1,3	5,8	13,9	7,0	28,3
Sertãozinho	18,3	8,1	0,3	1,8	17,7	43,0	10,8	73,6
Quebra Dente	5,8	20,2	-	0,6	15,4	45,3	12,8	74,0
Ribeirão Claro	7,0	3,5	1,3	9,5	31,1	41,9	5,7	89,5

Tabela 3. Poder de embebição, densidade aparente (da), densidade real (dr) e espaços lacunares dos solos estudados[1].

Solo	Poder de embebição (%)	Densidade aparente (g/cm^3)	Densidade real (g/cm^3)	Espaços lacunares (E.l. = $\frac{dr-da}{dr}$ .100)
Luiz de Queiroz	37,88	1,100	2,500	56,00
Iracema	42,50	1,000	2,247	55,50
Sertãozinho	28,97	1,200	2,439	50,80
Quebra Dente	24,78	1,280	2,222	42,39
Ribeirão Claro	28,69	1,340	2,666	49,74

(1) Determinações realizadas no laboratório de fertilidade do solo do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da ESALQ.

3.5. DETERMINAÇÃO QUÍMICA DO BORO NO SOLO

3.5.1. BORO SOLÚVEL EM ÁGUA QUENTE (GUPTA, 1967)

3.5.1.1. EXTRAÇÃO

Tomou-se 20 g de solo seco ao ar e peneirado em tamis de 100 "mesh", colocou-se em becker de vidro (Pyrex nº 1000) de 250 ml de capacidade, adicionou-se 40 ml de água destilada, pesou-se, agitou-se o conteúdo do becker com um bastão de náilon, cobriu-se com vidro relógio e colocou-se num prato quente. Após a fervura começar deixou-se o material sobre o prato quente por 5 minutos, sendo que quando houve a formação de espuma intensa uma leve remoção do vidro relógio por 1 ou 2 segundos foi suficiente para desfazer a mesma. Após a fervura esperou-se o esfriamento dos beckers que foram pesados compensando-se a perda de peso com água destilada, filtrou-se em papel de filtro Whatman 42 recebendo-se o extrato em frascos plásticos. Neste ponto, como alguns extratos fossem turvos, realizou-se uma ligeira modificação no método de GUPTA (1967), ou seja, tomou-se 20 ml do filtrado, adicionou-se 5 ml de HCl 6 N e filtrou-se em papel de filtro Whatman 42 obtendo-se filtrados claros. Os extratos, contidos em frascos plásticos, foram guardados em refrigerador para posterior determinação. Cada série de extrações foi acompanhada de duas provas em branco.

3.5.1.2. DETERMINAÇÃO

Tomou-se 2 ml do extrato, colocou-se em copo plástico que foi deixado em estufa a 80°C durante 4 horas ocorrendo a secagem do extrato com a consequente volatilização do ácido clorídrico. A seguir o resíduo foi retomado com 1 ml de água destilada e o conteúdo de boro determinado pelo método da curcumina (DIBLE *et alii*, 1954), utilizando-se curva padrão obtida através dos padrões 0,0; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 e 0,50 ppm de boro.

3.5.2. BORO SOLÚVEL EM HCL 0,05 M (PONNAMPERUMA *et alii*, 1981).

3.5.2.1. EXTRAÇÃO

Tomou-se 10 g de solo seco ao ar e peneirado em tamis de 100 "mesh", colocou-se em erlenmeyer de plástico (Nalgene) de 125 ml de capacidade, adicionou-se 20 ml de HCl 0,05 M e agitou-se por 5 minutos num agitador horizontal a 180 ± 10 ciclos/minuto. Em seguida filtrou-se em papel de filtro Whatman 42, sendo que os extratos, contidos em frascos plásticos, foram guardados em refrigerador para posterior determinação. Como prova em branco foram utilizados 20 ml de HCl 0,05 M agitados também por 5 minutos.

3.5.2.2. DETERMINAÇÃO

Foi empregado o método da curcumina (DIBLE *et alii*, 1954), utilizando-se para o cálculo do teor de boro das amostras a curva padrão obtida com os padrões 0,00; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35 e 0,40 ppm de boro.

3.5.3. BORO SOLÚVEL EM ACETATO DE AMÔNIO 1,0 N, pH 4,8 (GUPTA e STEWART, 1975)

3.5.3.1. EXTRAÇÃO

Tomou-se 10 g de solo seco ao ar e peneirado em tamis de 100 "mesh", colocou-se em erlenmeyer de plástico (Nalgene) de 125 ml de capacidade, adicionou-se 1,0 g de carvão vegetal previamente lavado com a solução extratora, 50 ml da solução de acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 e agitou-se por 30 minutos num agitador horizontal a 180 ± 10 ciclos/minuto. Em seguida filtrou-se em papel de filtro Whatman 42, sendo que os extratos, contidos em frascos plásticos, foram guardados em refrigerador para posterior determinação. Como prova em branco foi utilizado 1 g de carvão vegetal que recebeu 50 ml da solução extratora, tendo também sido agitado por 30 minutos.

3.5.3.2. DETERMINAÇAO

Foi empregado o método da azometina-H segundo o procedimento descrito por GUPTA e STEWART (1975), cuja única modificação foi a necessidade do uso de padrões bem mais diluídos que os usados pelos autores, ou seja, utilizaram-se os padrões 0,00; 0,04; 0,06 e 0,08 ppm de boro. A azometina foi sintetizada de acordo com MAZAHERI (1976).

3.6. ANÁLISE DO MATERIAL VEGETAL

Os extratos para a determinação de P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Zn, Mn e Fe foram obtidos por meio de digestão nítrico-perclórica segundo a metodologia proposta por SARRUGE e HAAG (1974), sendo os elementos determinados pelos seguintes métodos:

P, Ca, Mg, B, Cu, Zn, Mn e Fe... Plasma Atom Model 975 - Espectrômetro de plasma induzido em argônio.

K..... Perkin Elmer 306 - Espectrofotometria de emissão em diluição por fluxo contínuo.

S..... Turbidimetria em fluxo contínuo (KRUG *et alii*, 1977).

Os extratos para a determinação do nitrogênio foram preparados utilizando digestão sulfúrica (SARRUGE e HAAG, 1974), sendo a determinação realizada pelo método do semimicro Kjeldahl.

3.7. MONTAGEM E EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

3.7.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado sob um esquema fatorial, num delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Foram utilizados 5 solos e 7 doses de boro, sendo que os vasos eram mudados semanalmente de posição de acordo com sorteios.

3.7.2. CORRECÃO DA ACIDEZ DOS SOLOS

A necessidade de calagem foi determinada de acórdo com o método de CATANI e GALLO (1955), o qual fornece a quantidade de calcário necessária para elevar o pH a 6,5. Procedeu-se à mistura de 30 kg de cada solo com as respectivas quantidades de $CaCO_3$ P.A., a seguir foi realizada a incubação durante trinta dias em vasos de barro revestidos internamente com neutrol, sendo que a umidade era reposta por meio de água destilada em dias alternados. Após a incubação os solos foram secos ao ar, destorroados e novamente peneira

dos em tamis de 2 mm de diâmetro.

3.7.3. RECIPIENTES

Os recipientes utilizados foram latas de óleo lubrificante com capacidade de 1000 ml, que foram cortadas de modo a se obter um volume final de aproximadamente 600 ml. As latas foram cuidadosamente limpas, pintadas internamente com neutrol e externamente com tinta alumínio. Cada vaso recebeu 500 ml dos solos em estudo

3.7.4. FORNECIMENTO DE NUTRIENTES

Com exceção do boro todos os vasos receberam a mesma quantidade de nutrientes (Tabela 4), sendo que todos os produtos utilizados possuiam qualidade analítica (P.A.).

O boro foi fornecido nas doses de 0,0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 e 1,1 ppm, de maneira parcelada para se evitar efeito fitotóxico. A solução contendo boro foi preparada pela dissolução de 0,5716 g de ácido bórico em água destilada com o volume final tendo sido completado a um litro, a seguir esta solução foi diluída vinte vezes obtendo-se uma solução de trabalho com concentração de 0,005 mg de boro por mililitro, que foi aplicada nos diferentes tratamentos conforme a Tabela 5.

Tabela 4. Quantidade de nutrientes fornecida por vaso e produto químico utilizado.

Elemento	Dose (ppm)		Fonte
	Semeadura	Cobertura	
N	100	100	NH_4NO_3
P	200	-	$Ca(H_2PO_4)_2.H_2O$
K	75	75	K_2SO_4
Ca (1)	129	-	-
Mg	15	-	$MgSO_4.7H_2O$
S (1)	59	31	-
Cu	1,5	-	$CuSO_4.5H_2O$
Fe	5,0	-	Fe-EDTA
Mn	3,0	-	$MnSO_4.H_2O$
Zn	5,0	-	$ZnSO_4.H_2O$
Mo	1,0	-	$Na_2Mo_4.2H_2O$

(1) No preparo das soluções não houve preocupação com os teores de Ca e S, o cálcio fornecido pela mesma fonte de P e o enxofre pelas fontes de K, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

Tabela 5. Parcelamento do boro fornecido nos diferentes tratamentos (ml da solução de trabalho).

Tratamento (ppm de B)	Dia do desbaste	Quatro dias após o desbaste	Oito dias após o desbaste	Doze dias após o desbaste	Dezesseis dias após o desbaste
0,0	-	-	-	-	-
0,1	10	-	-	-	-
0,2	10	10	-	-	-
0,3	10	20	-	-	-
0,4	10	20	10	-	-
0,5	10	20	20	-	-
1,1	10	20	20	30	30

3.7.5. VARIEDADE DE GIRASSOL UTILIZADA

Empregou-se a variedade Anhandy, proveniente do Instituto Agronômico de Campinas.

3.7.6. TÉCNICA EXPERIMENTAL

Os vasos receberam 550, 500, 600, 640 e 670 gramas de terra fina seca ao ar, respectivamente dos solos Luiz de Queiroz, Iracema, Sertãozinho, Quebra Dente e Ribeirão Claro; os pesos variáveis de solo foram utilizados para se obter um volume de 500 ml de terra fina seca ao ar em todos os recipientes. Em seguida os vasos receberam os nutrientes conforme a Tabela 4, procedeu-se ao revolvimento da terra contida em cada vaso visando-se uma boa distribuição dos nutrientes. Vinte e quatro horas antes da semeadura os vasos receberam água até ser atingido o peso correspondente a 75% do poder de embebição. A semeadura foi realizada através do enterrio parcial de doze sementes por vaso.

A umidade dos vasos foi mantida a 75% do poder de embebição, sendo que no início do ensaio apenas uma irrigação diária, acompanhada da pesagem dos vasos era suficiente. Após o desbaste houve a necessidade de duas irrigações diárias e na metade final do experimento três irriga

ções diárias, sempre acompanhadas da pesagem no final da tarde de todos o vasos.

Cinco dias após a semeadura foi realizado um desbaste parcial, reduzindo-se para sete o número de plantas por vaso; passados mais cinco dias foi executado o desbaste final, tendo restado cinco plantas por vaso. A adubação em cobertura com nitrogênio e potássio foi realizada quinze dias após a semeadura.

Diariamente foi anotado o número de plantas de cada vaso que mostravam os sintomas de deficiência de boro, sendo anotados os dias em que a clorose bem definida na base das folhas terminais apareceu em cada planta; as folhas velhas que iriam cair foram coletadas a cada dois dias e guardadas em sacos de papel. Por ocasião da colheita, realizada 44 dias após a semeadura, após a medida individual da altura de cada planta a partir do colo, as cinco plantas de cada vaso foram colhidas conjuntamente e separadas em caules, folhas do terço superior da planta (no presente trabalho chamadas de folhas novas) e folhas restantes (no presente trabalho chamadas de folhas velhas). Após a secagem dos solos foram retiradas as raízes; todo material vegetal foi seco em estufa a 60-65°C até peso constante, após o que se procedeu à pesagem e o preparo das digestões nítrico-perclórica e sulfúrica. Os solos foram peneirados em tamis de 100 "mesh" e acondicio-

nados em sacos plásticos para posterior determinação do boro disponível pelos três extratores em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. SINTOMAS VISUAIS

O primeiro solo a mostrar plantas com sintomas de deficiência de boro foi o Quebra Dente, no qual 23 dias após a semeadura já existia no tratamento 0,0 ppm de B uma planta deficiente, sendo que passados mais cinco dias todas as plantas do tratamento que não recebeu boro neste solo, nas quatro repetições, mostraram os sintomas de deficiência deste micronutriente. O solo Sertãozinho foi visualmente o segundo mais deficiente seguido, em ordem decrescente, pelos solos Ribeirão Claro, Luiz de Queiroz e Iracema.

Os sintomas observados nas plantas deficientes em boro apareceram na seguinte sequência: inicialmente

surgiu uma leve clorose na base das folhas terminais, que progrediu para clorose bem definida acompanhada de necrose e encurvamento para baixo das mesmas folhas. Num estádio mais avançado houve a morte da gema terminal com a consequente paralização do crescimento da planta, além do aparecimento de consistência coriácea nas folhas terminais. A sintomatologia da deficiência de boro foi, em geral, bastante semelhante à observada por BRASIL SOBRINHO (1965) e CASAGRANDE (1978), tendo sido observada a consistência coriácea não relatada por estes autores mas descrita por BLAMEY *et alii* (1979) para girassóis crescendo em condições de campo.

4.2. CRESCIMENTO

Por ocasião da colheita do ensaio foram observados: altura média das plantas/vaso, peso da matéria seca da parte aérea/vaso, peso da matéria seca das raízes/vaso e peso total da matéria seca/vaso (Tabelas 6, 7 e 8).

Houve efeito das doses de boro sobre as quatro medidas de crescimento estudadas, as quais, com exceção do peso da matéria seca das raízes que foi significativo apenas a 5% de probabilidade, tiveram valores de F significativos ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 6).

A altura das plantas, com exceção do solo Luiz de Queiroz, apresentou maiores valores do teste F que

Tabela 6. Resumo das análises da variância da altura média das plantas/vaso (cm) e produção de matéria seca por vaso(g) .

Causas de variação	G.L.	Altura		Peso da matéria seca					
				Total		Parte aérea		Raiz	
		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
Solos(SO)	4	2122,7648	118,96**	143,4583	192,21**	99,3233	208,71**	7,9897	89,08**
Doses(DO)	6	608,6390	34,11**	4,0930	5,48**	2,6762	5,62**	0,2313	2,58*
interação SOxDO	24	81,4556	4,56**	1,1532	1,54 n.s.	0,8415	1,77*	0,1076	1,20 n.s.
SO d.DO1	4	1115,2351	62,50**	34,7774	46,60**	24,7943	52,10**	1,1356	12,66**
SO d.DO2	4	503,7751	28,23**	22,1813	29,72**	15,8610	33,33**	0,9396	10,48**
SO d.DO3	4	202,4856	11,35**	17,1820	23,02**	11,9184	25,04**	1,1680	13,02**
SO d.DO4	4	168,4771	9,44**	11,5339	15,45**	7,3684	15,48**	0,8951	9,98**
SO d.DO5	4	158,7471	8,90**	15,7348	21,08**	10,4853	22,03**	1,1839	13,20**
SO d.DO6	4	344,0621	19,28**	17,3503	23,25**	11,9119	25,03**	1,3618	15,18**
SO d.DO7	4	118,7171	6,65**	31,6176	42,36**	22,0328	46,30**	1,9515	21,76**
DO d.SO1	6	14,5755	0,82 n.s.	1,6964	2,27*	1,1116	2,34*	0,0662	0,74 n.s.
DO d.SO2	6	19,9089	1,12 n.s.	0,8294	1,11 n.s.	0,5014	1,05 n.s.	0,0739	0,82 n.s.
DO d.SO3	6	177,0130	9,92**	1,9087	2,56*	1,1980	2,52*	0,1436	1,60 n.s.
DO d.SO4	6	428,0991	23,99**	1,8616	2,49*	1,8144	3,81**	0,0220	0,25 n.s.
DO d.SO5	6	294,8655	16,52**	2,4097	3,23**	1,4168	2,98*	0,3560	3,97**
Resíduo	105	17,8448		0,7464		0,4759		0,0897	
Total	139								
C.V. (%)		6,09		9,11		8,48		22,21	

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 7. Altura (cm/planta) e peso da matéria seca (g/vaso) de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de quatro repetições (1).

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso	Altura	Peso
0,0	72,2a	11,200a	79,6a	12,260a	53,0c	6,821b	39,4c	5,667b	49,0d	6,910b
0,1	72,4a	11,788a	79,8a	11,909a	62,8b	7,625ab	50,4b	6,869ab	61,3c	8,602ab
0,2	74,4a	11,151a	79,8a	12,262a	67,8ab	8,592ab	61,0a	7,222ab	70,1abc	8,587ab
0,3	74,2a	11,102a	84,3a	11,464a	72,6a	8,855a	66,2a	7,374ab	73,7a	9,053a
0,4	76,4a	11,850a	81,9a	12,057a	69,3ab	8,488ab	65,8a	7,874a	71,3ab	8,797a
0,5	77,3a	11,289a	84,9a	11,950a	65,8ab	8,221ab	65,2a	6,970ab	63,8bc	9,163a
1,1	73,7a	12,920a	80,6a	12,954a	71,6ab	8,267ab	65,6a	6,767ab	70,9ab	9,046a

d.m.s. altura (Tukey 5%) = 8,9924
d.m.s. peso (Tukey 5%) = 1,8390

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses nos solos considerados.

Tabela 8. Peso da matéria seca (g/vaso) da parte aérea e raiz de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de quatro repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz	Parte aérea	Raiz
0,0	9,880a	1,320a	10,326a	1,934a	5,913b	0,908a	5,174b	0,492a	5,693b	1,218b
0,1	10,309a	1,478a	10,048a	1,861a	6,572ab	1,054a	6,214ab	0,655a	6,949ab	1,653ab
0,2	9,722a	1,389a	10,355a	1,906a	7,211ab	1,381a	6,733a	0,489a	6,895ab	1,692ab
0,3	9,796a	1,305a	9,761a	1,703a	7,656a	1,200a	6,898a	0,475a	7,513a	1,540ab
0,4	10,358a	1,492a	9,976a	2,081a	7,013ab	1,475a	7,314a	0,560a	7,369a	1,428ab
0,5	9,878a	1,412a	10,077a	1,873a	6,992ab	1,229a	6,440ab	0,529a	7,171a	1,992a
1,1	11,236a	1,683a	10,856a	2,098a	7,066ab	1,201a	6,344ab	0,423a	6,987ab	2,058a

d.m.s. parte aérea (Tukey 5%) = 1,4685

d.m.s. raiz (Tukey 5%) = 0,6375

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

as medidas de crescimento baseadas em peso de matéria seca, podendo-se concluir que a altura das plantas refletiu melhor o estado nutricional que as medidas em peso, o que está de acordo com o obtido por CASAGRANDE (1978). O peso da matéria seca da parte aérea e de toda a planta praticamente se equivaleram para avaliar o estado nutricional, fato este que não ocorreu com o peso da matéria seca das raízes que apontou efeito de doses de boro apenas no solo Ribeirão Claro, não sendo, portanto, um bom parâmetro para a avaliação do estado nutricional em relação ao boro.

Os dados médios de alturas e pesos da matéria seca (Tabelas 7 e 8) mostram que para os solos Luiz de Queiroz e Iracema não houve efeito estatisticamente significativo das doses de boro sobre as quatro medidas de crescimento estudadas. Para os solos Sertãozinho, Quebra Dente e Ribeirao Claro houve efeito significativo das doses sobre a altura, peso da matéria seca da parte aérea e total, sendo que a altura das plantas confirmou ser uma medida da disponibilidade de boro mais sensível que as demais. O peso da matéria seca das raízes somente refletiu o efeito das doses de boro no solo Ribeirão Claro, confirmando ser dentro as quatro medidas de crescimento estudadas a que pior reflete o estado nutricional em relação ao boro.

Com relação à altura das plantas para os cinco solos estudados os tratamentos com doses de boro acima

de 0,2 ppm não apresentaram valores estatisticamente superiores à altura alcançada por este último, levando à conclusão, tendo a altura das plantas como parâmetro de crescimento, que 0,2 ppm de boro foram suficientes para o desenvolvimento normal do girassol nas condições empregadas; com relação ao peso da matéria seca total e das partes das plantas 0,1 ppm de boro foram suficientes para o desenvolvimento normal das plantas de girassol. Estes valores estão de acordo com o obtido por CASAGRANDE (1978), cujo solo mais deficiente em boro foi também o Quebra Dente, no aspecto de que a altura da planta é uma medida mais sensível que o peso da matéria seca em relação à disponibilidade de boro, no entanto, as doses de boro necessárias para o desenvolvimento normal das plantas obtidas por CASAGRANDE (1978) foram mais elevadas, fato este, provavelmente, devido ao período de duração do ensaio, que foi de 54 dias, ao passo que no presente trabalho a colheita foi realizada quando as plantas atingiram 44 dias de idade.

4.3. COMPOSIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS

4.3.1. TEORES

As Tabelas 9 a 28 apresentam os resultados dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, zinco, cobre, ferro e manganês nas quatro partes estu

Tabela 9. Porcentagem de nitrogênio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	1,99a	3,47a	1,93a	3,36a	2,00ab	3,56a	2,04ab	3,27b	1,84a	3,43a
0,1	1,97a	3,48a	1,90a	3,56a	2,22a	3,81a	1,92b	3,31b	1,95a	3,48a
0,2	2,04a	3,49a	1,98a	3,54a	2,05ab	3,73a	1,94b	3,56b	2,06a	3,73a
0,3	1,94a	3,69a	2,07a	3,58a	1,81b	3,81a	2,01ab	3,60b	1,84a	3,49a
0,4	1,94a	3,76a	1,90a	3,62a	1,88ab	3,69a	1,97ab	3,68ab	1,90a	3,71a
0,5	2,04a	3,81a	2,04a	3,54a	2,20a	3,74a	2,18ab	4,04a	2,07a	3,66a
1,1	2,00a	3,55a	1,90a	3,54a	2,10ab	3,88a	2,33a	4,04a	1,93a	3,72a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,3744
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,4208

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 10. Porcentagem de nitrogênio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,51a	1,12a	0,43a	1,10a	0,76a	1,56a	1,28a	1,43ab	0,92a	1,31a
0,1	0,48a	0,88a	0,46a	1,29a	0,68ab	1,50a	0,87b	1,50a	0,64b	1,28a
0,2	0,43a	0,92a	0,45a	1,26a	0,54bc	1,42a	0,66c	1,40ab	0,54b	1,42a
0,3	0,50a	0,85a	0,46a	1,21a	0,56bc	1,46a	0,67c	1,38ab	0,51b	1,48a
0,4	0,46a	0,88a	0,43a	1,24a	0,50c	1,54a	0,56c	1,28ab	0,52b	1,31a
0,5	0,48a	0,92a	0,46a	1,22a	0,64abc	1,48a	0,60c	1,30ab	0,52b	1,23a
1,1	0,46a	0,86a	0,46a	1,19a	0,54bc	1,54a	0,68c	1,20b	0,58b	1,25a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1732.
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,2929.

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 11. Porcentagem de fósforo nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	0,18a	0,42a	0,56a	0,52a	0,64a	0,64a	1,10a	0,76a	0,90a	0,73a
0,1	0,18a	0,42a	0,44a	0,51a	0,60ab	0,60ab	0,95ab	0,76a	0,88a	0,72a
0,2	0,18a	0,40a	0,51a	0,52a	0,52ab	0,52b	0,84b	0,66ab	0,82ab	0,66a
0,3	0,18a	0,41a	0,56a	0,56a	0,47b	0,53b	0,89b	0,64b	0,79ab	0,70a
0,4	0,18a	0,40a	0,56a	0,54a	0,52ab	0,52b	0,95ab	0,66ab	0,78ab	0,67a
0,5	0,18a	0,42a	0,48a	0,50a	0,53ab	0,55ab	0,85b	0,70ab	0,90a	0,68a
1,1	0,19a	0,36a	0,49a	0,50a	0,54ab	0,59ab	0,88b	0,70ab	0,72b	0,66a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,1608
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,1094

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 12. Porcentagem de fósforo nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,12a	0,15a	0,33a	0,34a	0,36a	0,32a	0,60a	0,68a	0,52a	0,37a
0,1	0,11a	0,16a	0,30a	0,33a	0,34a	0,36a	0,44b	0,56ab	0,40b	0,30a
0,2	0,11a	0,18a	0,29a	0,34a	0,30a	0,35a	0,41b	0,54bc	0,44ab	0,34a
0,3	0,10a	0,18a	0,34a	0,31a	0,27a	0,33a	0,37b	0,60ab	0,39b	0,36a
0,4	0,12a	0,19a	0,32a	0,34a	0,28a	0,32a	0,35b	0,47c	0,36b	0,30a
0,5	0,13a	0,16a	0,33a	0,36a	0,31a	0,32a	0,38b	0,54bc	0,40b	0,30a
1,1	0,10a	0,15a	0,32a	0,36a	0,33a	0,34a	0,38b	0 52bc	0,38b	0,28a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1055
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1171

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 13. Porcentagem de potássio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	2,47ab	2,18a	2,58a	2,04b	2,74a	2,38b	2,68ab	2,76a	1,78a	2,04a
0,1	2,78a	2,10a	2,59a	2,20ab	3,04a	2,66ab	2,44ab	2,44ab	1,71a	2,00a
0,2	2,45ab	2,14a	2,57a	2,07b	2,88a	2,59ab	2,38ab	2,32ab	1,74a	1,82a
0,3	2,34ab	1,72a	2,78a	2,32ab	2,54a	2,48ab	2,19b	2,34ab	1,68a	2,02a
0,4	2,29ab	2,15a	2,79a	2,32ab	2,76a	2,25b	2,40ab	2,00b	1,74a	1,91a
0,5	2,60a	1,85a	2,67a	2,60a	2,72a	2,70ab	2,40ab	1,96b	1,80a	2,00a
1,1	2,07b	1,77a	2,73a	2,12ab	2,78a	2,90a	2,75a	2,05b	2,04a	2,28a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,5071
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,5135

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 14. Porcentagem de potássio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,24a	0,24a	0,32a	0,24a	0,36a	0,16a	0,55a	0,36b	0,32a	0,16a
0,1	0,20a	0,27a	0,33a	0,22a	0,36a	0,18a	0,27b	0,37b	0,24a	0,12a
0,2	0,20a	0,24a	0,31a	0,26a	0,34a	0,20a	0,25b	0,29b	0,26a	0,14a
0,3	0,22a	0,32a	0,34a	0,24a	0,30a	0,23a	0,24b	0,49a	0,22a	0,16a
0,4	0,30a	0,34a	0,30a	0,23a	0,28a	0,18a	0,20b	0,30b	0,22a	0,15a
0,5	0,22a	0,29a	0,32a	0,26a	0,30a	0,20a	0,25b	0,33b	0,28a	0,14a
1,1	0,24a	0,25a	0,33a	0,28a	0,35a	0,19a	0,29b	0,29b	0,22a	0,12a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1383
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1110

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 15. Porcentagem de cálcio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	3,07a	2,20a	3,26a	2,54a	2,76a	1,62a	3,00a	1,68a	3,76a	2,08a
0,1	2,96a	1,96a	2,93a	2,46a	2,82a	1,72a	3,07a	1,93a	3,22bc	2,29a
0,2	3,21a	2,12a	3,14a	2,51a	2,75a	1,87a	2,88a	1,85a	3,16bc	2,60a
0,3	3,14a	1,93a	3,26a	2,62a	2,82a	1,80a	2,84a	1,87a	3,49ab	2,29a
0,4	3,14a	2,35a	3,30a	2,55a	2,64a	1,74a	2,76a	1,89a	3,26abc	2,36a
0,5	3,08a	2,30a	3,08a	2,58a	2,64a	1,62a	2,84a	2,00a	2,96c	2,32a
1,1	2,99a	2,06a	3,04a	2,30a	2,65a	1,82a	2,90a	2,04a	2,90c	2,40a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,5103
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,7471

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 16. Porcentagem de cálcio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,70a	0,62a	0,62a	0,70a	0,60a	0,66a	0,71a	0,85a	0,70a	0,67a
0,1	0,54b	0,55a	0,60a	0,67a	0,53a	0,62a	0,57ab	0,79ab	0,62a	0,60a
0,2	0,58ab	0,58a	0,62a	0,68a	0,52a	0,56a	0,58ab	0,74ab	0,64a	0,64a
0,3	0,59ab	0,58a	0,63a	0,66a	0,47a	0,60a	0,55b	0,71ab	0,60a	0,69a
0,4	0,64ab	0,60a	0,64a	0,68a	0,49a	0,60a	0,54b	0,64b	0,60a	0,60a
0,5	0,67ab	0,53a	0,66a	0,69a	0,48a	0,64a	0,56b	0,74ab	0,60a	0,59a
1,1	0,61ab	0,55a	0,62a	0,67a	0,54a	0,58a	0,54b	0,66b	0,60a	0,55a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1484
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1752

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 17. Porcentagem de magnésio nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	1,44a	0,94a	1,36a	1,06ab	1,60a	0,99a	1,32a	0,76a	1,99a	1,02a
0,1	1,44a	0,96a	1,28a	1,08ab	1,56a	0,93a	1,19a	0,78a	1,95ab	1,08a
0,2	1,56a	0,93a	1,32a	1,05ab	1,50a	0,94a	1,12a	0,74a	1,65c	1,06a
0,3	1,46a	0,89a	1,44a	1,18a	1,52a	0,89a	1,19a	0,69a	1,66c	1,08a
0,4	1,42a	0,89a	1,28a	0,96ab	1,44a	0,88a	1,15a	0,69a	1,69bc	1,05a
0,5	1,40a	1,04a	1,28a	1,00ab	1,46a	0,92a	1,16a	0,72a	1,66c	1,02a
1,1	1,34a	0,82a	1,29a	0,91b	1,42a	0,87a	1,10a	0,67a	1,55c	0,95a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,2652
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,2412

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 18. Porcentagem de magnésio nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,55a	0,34ab	0,56a	0,52a	0,65a	0,29a	0,54a	0,30a	0,62a	0,22a
0,1	0,46a	0,40ab	0,53a	0,52a	0,57a	0,35a	0,39a	0,26a	0,51a	0,20a
0,2	0,52a	0,38ab	0,54a	0,52a	0,56a	0,39a	0,40a	0,22a	0,58a	0,22a
0,3	0,46a	0,41ab	0,61a	0,47a	0,47a	0,33a	0,46a	0,22a	0,49a	0,24a
0,4	0,51a	0,43a	0,59a	0,52a	0,50a	0,29a	0,38a	0,22a	0,46a	0,18a
0,5	0,54a	0,32b	0,58a	0,50a	0,52a	0,31a	0,38a	0,22a	0,51a	0,22a
1,1	0,46a	0,36ab	0,62a	0,52a	0,60a	0,32a	0,40a	0,24a	0,50a	0,18a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,1843
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1022

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 19. Porcentagem de enxofre nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F.Velha	F. Nova
0,0	0,48a	0,46a	0,49a	0,48a	0,64a	0,60a	1,30a	0,69a	0,68a	0,59a
0,1	0,52a	0,48a	0,45a	0,46a	0,60a	0,63a	0,99bc	0,67a	0,72a	0,54a
0,2	0,48a	0,44a	0,48a	0,44a	0,63a	0,63a	0,86c	0,62a	0,66a	0,52a
0,3	0,46a	0,42a	0,54a	0,50a	0,61a	0,64a	0,84c	0,66a	0,67a	0,58a
0,4	0,50a	0,44a	0,49a	0,42a	0,70a	0,59a	0,86c	0,64a	0,66a	0,57a
0,5	0,52a	0,49a	0,50a	0,40a	0,72a	0,64a	0,90bc	0,59a	0,72a	0,55a
1,1	0,44a	0,38a	0,48a	0,39a	0,70a	0,61a	1,10ab	0,64a	0,70a	0,60a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 0,2332
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 0,1361

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 20. Porcentagem de enxofre nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	0,08a	0,14a	0,10a	0,32a	0,19a	0,26a	0,24a	0,25a	0,25a	0,24a
0,1	0,06a	0,14a	0,09a	0,34a	0,18a	0,32a	0,16b	0,22a	0,20a	0,21a
0,2	0,06a	0,22a	0,10a	0,35a	0,19a	0,32a	0,16b	0,18a	0,20a	0,23a
0,3	0,06a	0,24a	0,12a	0,30a	0,18a	0,32a	0,18ab	0,16a	0,20a	0,26a
0,4	0,06a	0,21a	0,08a	0,35a	0,18a	0,25a	0,18ab	0,20a	0,19a	0,20a
0,5	0,11a	0,14a	0,08a	0,31a	0,19a	0,20a	0,16b	0,25a	0,20a	0,25a
1,1	0,08a	0,26a	0,11a	0,28a	0,16a	0,21a	0,16b	0,24a	0,20a	0,20a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 0,0701
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 0,1727

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 21. Teor (ppm) de zinco nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	61a	64a	62a	76a	119a	102a	158a	118a	106a	110a
0,1	56a	68a	64a	90a	118a	106a	156a	148a	108a	130a
0,2	56a	67a	64a	78a	108a	107a	136a	123a	98a	122a
0,3	50a	57a	68a	98a	103a	112a	136a	117a	96a	132a
0,4	50a	64a	68a	86a	114a	98a	147a	132a	108a	139a
0,5	52a	67a	64a	68a	110a	102a	147a	133a	104a	136a
1,1	55a	59a	65a	72a	104a	110a	148a	134a	88a	110a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 30,8868
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 45,1712

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 22. Teor (ppm) de zinco nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	95a	90a	57a	66a	178a	140a	316a	271a	176a	124a
0,1	94a	76a	51a	67a	172a	162a	228b	250ab	153ab	134a
0,2	95a	87a	50a	74a	127b	142a	243b	258ab	143ab	150a
0,3	86a	82a	53a	76a	126b	162a	228b	258ab	130b	153a
0,4	88a	90a	56a	74a	138ab	145a	206b	228bc	128b	121a
0,5	93a	79a	54a	70a	142ab	146a	228b	233abc	137ab	128a
1,1	90a	76a	51a	74a	146ab	150a	226b	202c	133b	117a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 41,8373

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 42,8122

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 23. Teor (ppm) de cobre nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	18,2a	44,2a	19,4a	42,6a	19,0a	41,2a	15,0a	26,4a	14,1a	28,6a
0,1	19,5a	46,0a	22,1a	56,2a	19,2a	43,1a	16,8a	36,0a	18,2a	36,8a
0,2	16,8a	43,6a	20,0a	44,3a	17,6a	41,8a	16,2a	34,2a	16,8a	37,2a
0,3	16,6a	35,4a	21,0a	49,7a	20,2a	47,6a	17,1a	30,0a	16,3a	46,0a
0,4	17,6a	42,8a	24,8a	57,0a	18,9a	39,8a	15,6a	32,4a	18,4a	45,8a
0,5	17,7a	45,4a	23,4a	43,4a	18,0a	41,4a	20,2a	42,4a	17,9a	32,2a
1,1	17,2a	41,3a	17,0a	46,0a	18,0a	43,8a	20,7a	41,0a	15,4a	33,6a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 8,0619
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 20,8565

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 24. Teor (ppm) de cobre nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1]

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	10,0a	31,2ab	8,6a	40,8b	10,0a	31,2a	11,4a	23,3a	8,8a	26,2a
0,1	10,0a	26,6b	9,4a	46,4ab	9,1abc	30,5a	9,6ab	22,3a	7,4ab	23,4a
0,2	9,4a	33,8ab	8,8a	48,8ab	9,7ab	29,2a	8,0bc	19,8a	8,3ab	26,9a
0,3	9,1a	33,8ab	8,4a	53,0a	7,4c	33,2a	7,4c	20,7a	8,1ab	27,8a
0,4	10,0a	36,8a	9,0a	53,2a	7,7bc	33,2a	7,0c	16,9a	7,5ab	26,4a
0,5	9,7a	31,3ab	8,8a	49,9ab	7,3c	29,9a	8,0bc	20,4a	7,9ab	23,8a
1,1	8,4a	32,5ab	8,4a	47,9ab	9,0abc	28,1a	8,2bc	16,2a	6,6b	22,2a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 2,0531

d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 10,1270

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado

Tabela 25. Teor (ppm) de ferro nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	241a	145a	239a	152a	320a	196a	210a	176a	232a	242a
0,1	286a	132a	236a	180a	262a	193a	231a	226a	238a	282a
0,2	275a	136a	313a	159a	290a	198a	264a	232a	232a	264a
0,3	288a	129a	235a	180a	274a	222a	265a	229a	240a	286a
0,4	257a	126a	260a	148a	223a	190a	206a	214a	229a	251a
0,5	249a	154a	247a	163a	283a	178a	200a	214a	220a	240a
1,1	294a	149a	291a	171a	213a	220a	326a	221a	212a	241a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 138,2036
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 90,3486

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 26. Teor (ppm) de ferro nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	46a	7387a	48a	16855b	60a	9684a	66a	3560a	48a	6386a
0,1	49a	7182a	45a	21990ab	56ab	10460a	55ab	3562a	54a	5971a
0,2	45a	9538a	45a	23985a	48ab	10152a	54ab	4354a	48a	6380a
0,3	34a	10032a	45a	26100a	39ab	9744a	44ab	1894a	48a	6764a
0,4	48a	11085a	40a	26985a	37b	9780a	42b	2460a	46a	6088a
0,5	46a	9515a	46a	24660a	41ab	9578a	45ab	2572a	45a	6204a
1,1	46a	11060a	46a	25270a	47ab	9627a	38b	2082a	52a	5668a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 22,9594
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 5600,2337

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 27. Teor (ppm) de manganês nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	414a	544a	164a	272a	350a	418a	860ab	990a	506a	726a
0,1	406a	498a	148a	272a	386a	438a	976a	1284a	450a	795a
0,2	460a	552a	162a	260a	403a	502a	848ab	1216a	408a	893a
0,3	401a	512a	149a	266a	372a	489a	874ab	1180a	452a	790a
0,4	418a	590a	158a	260a	322a	479a	920ab	1288a	447a	804a
0,5	434a	582a	158a	258a	335a	426a	898ab	1280a	392a	750a
1,1	422a	552a	150a	230a	332a	529a	827b	1252a	369a	710a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 148,4025
d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 301,1703

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 28. Teor (ppm) de manganês nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1]

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	164a	192a	65a	126a	184a	231a	483a	612abc	249a	400a
0,1	136a	166a	64a	170a	162a	254a	411ab	614abc	244a	344a
0,2	161a	226a	64a	174a	172a	258a	436ab	604abc	259a	372a
0,3	152a	200a	65a	162a	152a	274a	377b	650ab	238a	385a
0,4	166a	218a	68a	176a	172a	264a	380b	569bc	213a	314a
0,5	178a	184a	68a	166a	171a	260a	392ab	678a	224a	320a
1,1	178a	228a	72a	161a	172a	248a	394ab	532c	259a	371a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 102,3471
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 107,0950

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado

dadas das plantas de girassol. Quando os dados são observados em conjunto observa-se que os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, zinco e cobre, em geral, diminuiram com o aumento da dose de boro, enquanto que os teores de potássio, enxofre, ferro e manganês praticamente não foram afetados pelas doses crescentes de boro.

Tomando-se como referência os valores da composição mineral das plantas no solo Quebra Dente, que foi visualmente e quimicamente o solo mais deficiente em boro, tem-se que apenas para o fósforo, magnésio e enxofre houve o mesmo comportamento nas quatro partes estudadas das plantas, ocorrendo uma diminuição dos teores destes macronutrientes com o aumento das doses de boro. Para os demais nutrientes estudados não houve comportamento uniforme em função das doses de boro para as quatro partes em estudo. Os resultados obtidos neste ensaio não permitiram conclusões como as obtidas por BAKER e COOK (1956) que observaram nas porções apicais de plantas de alfafa deficientes em boro menores teores de boro, potássio, cálcio e magnésio do que nas partes mais velhas das plantas, sendo o reverso verdadeiro para plantas não deficientes. O efeito de doses de boro aplicadas ao solo sobre os teores de outros nutrientes nas diversas partes das plantas necessita de maiores pesquisas podendo, talvez, variar com a espécie vegetal, visto que ELLIOTT e NELSON (1981) nao constataram em plantas de begônia efeito de doses crescen

tes de boro sobre os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco.

Com relação ao boro em todos os solos estudados houve efeito estatisticamente significativo de doses de boro sobre os teores nas folhas novas e folhas velhas, no entanto, em nenhum dos cinco solos houve efeito das doses de boro sobre o teor do micronutriente nos caules e raízes (Tabela 29).

As Tabelas 30 e 31 mostram os teores (ppm) de boro nas partes das plantas de girassol. Em todos os solos os teores de boro das folhas novas e velhas no tratamento 1,1 ppm de B foram estatisticamente superiores aos tratamentos 0,0; 0,1 e 0,2 de boro havendo, portanto, efeito marcante das doses de boro sobre os teores do micronutriente nas folhas o que não ocorreu com as raízes e caules. Quantitativamente os teores nas folhas não aumentaram proporcionalmente ao aumento da dose de boro o que está de acordo com o obtido por MESQUITA FILHO e OLIVEIRA (1984) e contrário à constatação de PETERSON e NEWMAN (1976). Ao observar-se os valores do teste F (Tabela 29), bem como os valores dos coeficientes de correlaçao linear e quadrático (Tabela 32), conclui-se que as folhas novas são a parte da planta mais sensível à disponibilidade de boro, seguidas pelas folhas velhas, enquanto que os caules e as raízes não se mostraram bom indicadores da dispo

Tabela 29. Resumo das análises da variância do teor (ppm) de boro nas diversas partes da planta de girassol.

Causa de variação	G.L.	ppm de boro							
		Folha velha		Folha nova		Caule		Raiz	
		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M	F
Solos (SO)	4	3385,2358	89,66**	223,7715	8,24**	3,2500	1,10n.s.	229,1214	39,31**
Doses (DO)	6	4737,4953	125,47**	5872,0619	216,23**	9,3952	3,19*	2,8333	0,49n.s.
Inter.SOxDO	24	227,8107	6,03**	98,5381	3,63**	1,9250	0,65n.s.	6,5714	1,13n.s.
SOd.DO1	4	125,1500	3,31*	89,6500	3,30*	1,1500	0,39n.s.	36,1000	6,19**
SOd.DO2	4	209,8500	5,56**	86,3500	3,18*	1,2500	0,42n.s.	45,3500	7,78**
SOd.DO3	4	328,6500	8,70**	49,5000	1,82n.s.	1,2500	0,42n.s.	31,6500	5,43**
SOd.DO4	4	740,1500	19,60**	70,3500	2,59n.s.	3,2500	1,10n.s.	41,6500	7,15**
SOd.DO5	4	379,9000	10,06**	115,8500	4,27**	4,0000	1,36n.s.	30,3500	5,21**
SOd.DO6	4	566,2500	15,00**	26,1500	0,96n.s.	1,1500	0,39n.s.	37,1000	6,37**
SOd.DO7	4	2402,1500	63,62**	377,1500	13,89**	2,7500	0,93n.s.	46,3500	7,95**
DOd.SO1	6	348,6667	9,23**	767,2857	28,25**	2,6429	0,90n.s.	6,6190	1,36n.s.
DOd.SO2	6	247,2857	6,55**	545,0714	20,07**	1,6190	0,55n.s.	1,0000	0,17n.s.
DOd.SO3	6	1324,1667	35,07**	1357,7381	49,99**	5,8095	1,97n.s.	8,1190	1,39n.s.
DOd.SO4	6	1990,6667	52,72**	1709,3095	62,94**	2,9048	0,99n.s.	12,7381	2,19n.s.
DOd.SO5	6	1737,9524	46,03**	1886,8095	69,48**	4,1190	1,40n.s.	0,6429	0,11n.s.
Resíduo	35	37,7571		27,1571		2,9429		5,8286	
Total	69								
C.V.(%)		7,77		10,43		9,61		12,57	

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 30. Teor (ppm) de boro nas folhas velhas e novas de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
0,0	53c	30d	50cd	37d	54d	22e	64e	22d	42e	22e
0,1	56c	36cd	46d	42cd	57cd	30de	72de	24d	64d	34de
0,2	60bc	38cd	54bcd	42cd	63cd	36cde	88cd	30cd	71cd	42cd
0,3	66bc	40cd	60abcd	51bcd	78bc	41bcd	110b	36cd	78bcd	48bcd
0,4	77ab	51bc	69abc	62b	95b	50bc	104bc	42bc	88bc	54bc
0,5	77ab	61b	70ab	58bc	94b	53b	114b	56b	91b	62b
1,1	90a	86a	76a	85a	130a	101a	159a	106a	137a	118a

d.m.s. (Tukey 5%) F. Velha = 19,2263

d.m.s. (Tukey 5%) F. Nova = 16,3057

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 31. Teor (ppm) de boro nos caules e raízes de plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo									
	Luiz de Queiroz		Iracema		Sertãozinho		Quebra Dente		Ribeirão Claro	
	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz	Caule	Raiz
0,0	18a	24a	18a	21a	19a	18a	17a	19a	18a	12a
0,1	16a	22a	18a	19a	17a	16a	16a	25a	18a	14a
0,2	18a	24a	17a	20a	18a	16a	18a	21a	19a	14a
0,3	18a	23a	18a	20a	17a	22a	15a	24a	18a	12a
0,4	19a	22a	17a	20a	17a	18a	17a	22a	15a	12a
0,5	19a	18a	20a	20a	18a	19a	18a	23a	19a	12a
1,1	20a	18a	19a	20a	22a	19a	19a	26a	19a	13a

d.m.s. (Tukey 5%) caule = 5,3676
d.m.s. (Tukey 5%) raiz = 7,5540

(1) Na vertical letras idênticas indicam diferenças não estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 32. Coeficientes de correlação linear e quadrático entre a dose de boro e o teor (ppm) do micronutriente nas folhas velhas e novas de plantas de girassol.

	Coeficiente de correlação			
	Linear		Quadrático	
	F. Velha	F. Nova	F. Velha	F. Nova
Luiz de Queiroz	0,8844***	0,9740***	0,9518***	0,9743***
Iracema	0,6870**	0,9480***	0,8411***	0,9503***
Sertãozinho	0,9642***	0,9900***	0,9702***	0,9912***
Quebra Dente	0,9583***	0,9799***	0,9682***	0,9872***
Ribeirão Claro	0,9614***	0,9842***	0,9668***	0,9854***

** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

nibilidade de boro.

4.3.2. QUANTIDADES ABSORVIDAS DE BORO EM FUNÇÃO DA DOSE DESTE MICRONUTRIENTE

Com base nos valores do teste F podemos concluir que o efeito de doses foi maior que o de solos (Tabela 33), havendo em todos os solos estudados efeito estatisticamente significativo das doses de boro sobre a quantidade do micronutriente absorvida pelas plantas de girassol (Tabela 33). Em todos os solos as quantidades absorvidas (microgramas/vaso) no tratamento 1,1 ppm de boro foram estatisticamente superiores ao tratamento testemunha (Tabela 34), bem como as correlações entre as doses de boro e a quantidade absorvida pelas plantas foram significativas a 0,1% de probabilidade em todos os solos estudados (Tabela 35).

4.4. BORO NO SOLO

4.4.1. TEOR INICIAL

Foram calculadas as produções e alturas relativas para cada solo da seguinte maneira: produção relativa = média da produção de matéria seca do tratamento que não recebeu boro/média do tratamento que apresentou a maior produção, altura relativa = média do tratamento que não recebeu

Tabela 33. Resumo das análises da variância da quantidade de boro absorvida (microgramas/vaso) por plantas (parte aérea + raiz) de girassol.

Causas de variação	G.L.	Q.M.	F
Solos (SO)	4	42954,0586	163,15**
Doses (DO)	6	60512,9577	299,84**
Interação SOxDO	24	655,1235	2,49**
SO den. DO1	4	13523,6400	51,36**
SO den. DO2	4	6940,8501	26,36**
SO den. DO3	4	5284,6500	20,07**
SO den. DO4	4	4381,6500	16,64**
SO den. DO5	4	6941,5000	26,36**
SO den. DO6	4	5957,9002	22,63**
SO den. DO7	4	3854,5999	14,64**
DO den. SO1	6	12663,7380	48,10**
DO den. SO2	6	5969,5000	22,67**
DO den. SO3	6	13323,4048	50,60**
DO den. SO4	6	14362,4047	54,55**
DO den. SO5	6	16814,4048	63,86**
Resíduo	35	263,2857	
Total	69		
C.V. (%)		5,37	

** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 34. Quantidade (microgramas/vaso) de boro absorvida por plantas de girassol, cultivadas em cinco solos diferentes e submetidas a sete doses de boro, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo				
	Luiz de Queiroz	Iracema	Sertãozinho	Quebra Dente	Ribeirão Claro
0,0	292c	312c	167e	143d	150e
0,1	306c	310c	198de	187cd	228d
0,2	314c	324c	228cd	210c	245cd
0,3	332c	338bc	253bc	234bc	269bcd
0,4	392b	380b	288b	270b	280bc
0,5	400b	383b	296b	276b	314b
1,1	518a	462a	416a	408a	448a

d.m.s. (Tukey 5%) = 50,7705

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 35. Coeficientes de correlação linear e quadrático entre a dose de boro e a quantidade absorvida (microgramas/vaso) do micronutriente por plantas de girassol.

Solo	Coeficiente de correlação	
	Linear	Quadrático
Luiz de Queiroz	0,9800***	0,9803***
Iracema	0,9594***	0,9599***
Sertãozinho	0,9716***	0,9784***
Quebra Dente	0,9876***	0,9926***
Ribeirão Claro	0,9687***	0,9742***

*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

boro/média do tratamento que apresentou a maior altura (Tabela 36).

Adotando-se o critério de RAIJ (1974) de que os limites de classes de fertilidade são dados pela produção relativa que varia de 0 a 50% para teores muito baixos, 51 a 75% para teores baixos, 76 a 90% para teores médios, 91 a 100% para teores altos e acima de 100% para teores muito altos, tem-se a relação à produção relativa de matéria seca (Figura 1) o seguinte: para o HCl 0,05 M teores menores ou iguais a 0,31 ppm são baixos, entre 0,31 a 0,50 ppm são médios e acima de 0,50 ppm são altos; para o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 teores menores ou iguais a 0,18 ppm são baixos, entre 0,18 a 0,27 ppm são médios e acima de 0,27 ppm são altos; para a água quente teores menores ou iguais a 0,26 ppm são baixos, entre 0,26 a 0,41 ppm são médios e acima de 0,41 ppm são altos. Extrapolando-se os critérios de RAIJ (1974) de produção relativa de matéria seca para altura relativa (Figura 2) tem-se que para o HCl 0,05 M teores menores ou iguais a 0,36 ppm são baixos, entre 0,36 a 0,49 ppm são médios e acima de 0,49 ppm são altos, para o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 teores menores ou iguais a 0,18 ppm são baixos, entre 0,18 a 0,25 ppm são médios e acima de 0,25 ppm são altos; para a água quente teores menores ou iguais a 0,32 ppm são baixos, entre 0,32 a 0,42 ppm são médios e acima de 0,42 ppm são altos. Os limites de classes de fertilidade são semelhantes para os três extratores quer se utilize altura ou produção

Tabela 36. Teores iniciais de boro, médias de três repetições, obtidos com a utilização de três extratores diferentes, e produções e alturas relativas para os cinco solos estudados.

Solo	Teor inicial de boro (ppm)			Produção relativa(%)	Altura relativa(%)
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N pH 4,8	Água quente		
Luiz de Queiroz	0,55	0,28	0,44	86,7	93,4
Iracema	0,48	0,22	0,40	94,6	93,8
Sertãozinho	0,32	0,21	0,28	77,0	73,0
Quebra Dente	0,28	0,11	0,26	72,0	59,5
Ribeirão Claro	0,33	0,18	0,28	75,4	66,5

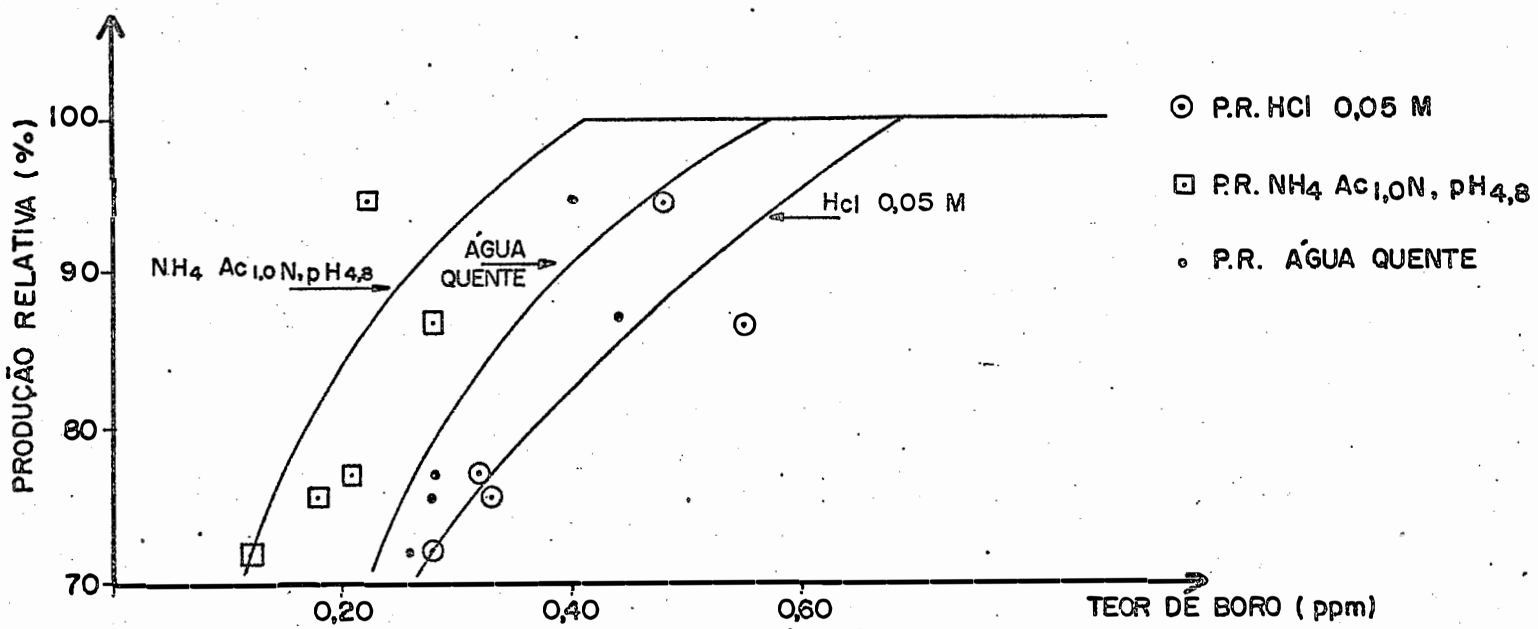

Figura 1. Curvas de produções relativas de matéria seca para os cinco solos estudados.

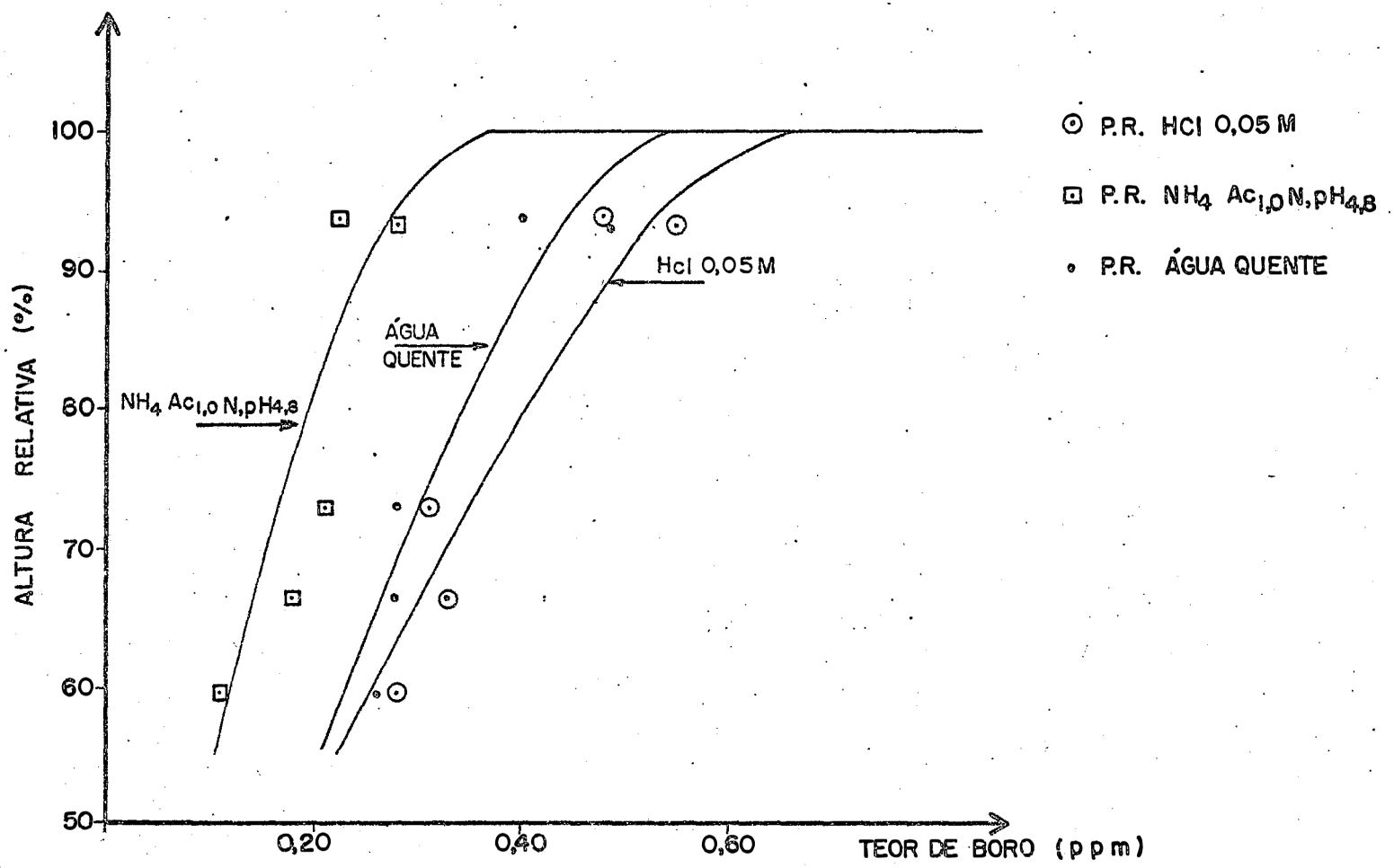

Figura 2. Curvas de alturas relativas para os cinco solos estudados.

relativa, no entanto, pode-se observar que o intervalo da classe média de fertilidade é menor, para os três extratores, quando o parâmetro utilizado é a altura relativa.

Os coeficientes de correlação linear entre os teores iniciais de boro no solo extraídos por três extratores diferentes foram: HCl 0,05 M x acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 (r' = 0,8647 n.s.), HCl 0,05 M x água quente (r' = 0,9969***) e acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 x água quente (r' = 0,8356 n.s.), portanto, o HCl 0,05 M e a água quente foram os extratores que apresentaram o maior coeficiente de correlação linear para o teor inicial de boro do solo, seguidos pelo HCl 0,05 M x NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8, com menor valor para NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 x água quente.

Através do conhecimento dos teores de boro antes e após o cultivo das plantas de girassol pode-se comparar as quantidades de boro extraídas pelas plantas com as diferenças entre as quantidades iniciais e finais indicadas pelos extratores (Tabela 37). Os coeficientes de correlação linear foram em ordem decrescente 0,1372 n.s. para o HCl 0,05 M, 0,0220 n.s. para o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 e 0,0164 n.s. para a água quente. O HCl 0,05 M para todos os solos estudados foi o método que mais se aproximou em valores absolutos das quantidades extraídas pelas plantas, vindo em seguida a água quente. Pode-se observar que as quantidades de boro extraídas pelos extratores foram inferiores às extraídas pelas plantas o que já tinha sido constatado por McCLUNG e DAWSON (1950) e BAKER

Tabela 37. Teores iniciais e finais de boro (ppm), boro extraído quimicamente (microgramas) e boro extraído pela planta (microgramas).

B inicial			B final			B extraído quimicamente			B extraído pela planta
HCl	Acetato	Água	HCl	Acetato	Água	HCl	Acetato	Água	
0,55	0,28	0,44	0,38	0,24	0,28	93	22	88	290
0,55	0,28	0,44	0,36	0,21	0,30	104	38	77	293
0,48	0,22	0,40	0,28	0,14	0,25	100	40	75	314
0,48	0,22	0,40	0,30	0,16	0,28	90	30	60	311
0,32	0,21	0,28	0,15	0,09	0,18	102	72	60	173
0,32	0,21	0,28	0,14	0,14	0,20	108	42	48	161
0,28	0,11	0,26	0,12	0,07	0,10	102	25	102	142
0,28	0,11	0,26	0,14	0,06	0,12	89	32	89	144
0,33	0,18	0,28	0,20	0,14	0,18	87	27	67	157
0,33	0,18	0,28	0,20	0,16	0,18	87	14	67	143

(1971), o que leva à conclusão de que os extratores estudados retiraram do solo apenas uma fração do boro disponível às plantas.

A água quente foi o extrator que apresentou as maiores correlações entre o teor inicial e a quantidade de boro absorvida pelas plantas, enquanto o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 apresentou os menores valores para as correlações linear e quadrática (Tabela 38), sendo a água quente, segundo o critério de RAIJ (1981), o melhor extrator. Com relação aos teores de boro na planta as folhas novas foram, para os três extratores, a parte da planta que melhor se correlacionou com o teor inicial de boro no solo, com a água quente apresentando os maiores coeficientes de correlação, vindo o HCl 0,05 M em seguida; após as folhas novas as partes das plantas que apresentaram maiores correlações com os teores iniciais do solo obtidos pelos três extratores diferentes foram em ordem decrescente as raízes, folhas velhas e caules, os quais não mostraram correlações significativas entre os seus teores de boro e as quantidades de boro absorvidas pelas plantas, ao passo que o teor de boro nas folhas novas foi altamente correlacionado com as quantidades de boro absorvidas. O fato dos valores dos coeficientes de correlação linear e quadrático entre o teor de boro nas folhas novas e as quantidades de boro absorvidas pelas plantas terem sido superiores aos valores

Tabela 38. Correlações entre teor inicial de boro (ppm), boro absorvido pelas plantas (µg/vaso) e teores do micronutriente nas diversas partes das plantas de girassol.

	B absorvido		Teor de B (ppm)							
			F. Velha		F. Nova		Caule		Raiz	
	Linear	Quadr.	Linear	Quadr.	Linear	Quadr.	Linear	Quadr.	Linear	Quadr.
B inicial HCl 0,05 M	0,9436***	0,9585***	0,2068n.s.	0,6262n.s.	0,7538*	0,8101**	0,0312n.s.	0,0810n.s.	0,5756n.s.	0,6650n.s.
B inicial acetato	0,7518*	0,7634*	0,3611n.s.	0,6666*	0,6723*	0,7514*	0,2169n.s.	0,2584n.s.	0,4199n.s.	0,6448n.s.
B inicial água quente	0,9609***	0,9832***	0,1589n.s.	0,5939n.s.	0,7815**	0,8569**	0,0197n.s.	0,0691n.s.	0,6051n.s.	0,6595n.s.
B absorvido	-	-	0,1259n.s.	0,1351n.s.	0,8845***	0,9272***	0,0438n.s.	0,5337n.s.	0,6081n.s.	0,6520n.s.

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

dos mesmos coeficientes observados para as correlações entre teor inicial de boro e quantidade absorvida do micronutriente leva à conclusão de que para avaliar a disponibilidade de boro talvez seja melhor analisar as folhas novas com relação a este micronutriente do que os solos, o que está de acordo com o obtido por BAKER e COOK (1959).

Foi observado que os solos Luiz de Queiroz e Iracema, que possuem maior quantidade de argila (Tabela 2), apresentaram maiores quantidades de boro disponível, obtidos pelos três extratores estudados que os arenosos (Tabela 36), o que está de acordo com o relatado por GUPTA (1968), OBUKHOV (1968), BRASIL SOBRINHO (1965) e CASAGRANDE (1978).

4.4.2. TEOR FINAL

Houve efeito estatisticamente significativo das doses de boro sobre o teor final (ppm) do nutriente em todos os solos estudados para os três extratores (Tabela 39). Os teores finais de boro obtidos pelos três diferentes extratores encontram-se nas Tabelas 40, 41 e 42, onde pode-se observar que houve efeito de doses sobre os teores finais de boro obtidos pelos três diferentes extratores, o que já tinha sido observado por PETERSON e NEWMAN (1976). O tratamento 1,1 ppm de boro diferiu estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, do tratamento testemunha para todos os solos e extratores estudados, exceção feita ao acetato de amônio 1,0

Tabela 39. Resumo das análises da variância do teor (ppm) final de boro obtido por três diferentes extratores.

Causas da Variação	G.L.	Extratores					
		HCl 0,05 M		NH_4Ac 1,0N, pH 4,8		Água quente	
		Q.M.	F	Q.M.	F	Q.M.	F
Solos (SO)	4	0,2160	844,31**	0,0453	106,02**	0,0715	154,42**
Doses (DO)	6	0,0119	48,54**	0,0172	40,21**	0,0305	65,99**
Interação SOxDO	24	0,0010	4,27**	0,0019	4,43**	0,0013	2,88**
SO den. DO1	4	0,0206	84,49**	0,0068	16,00**	0,0103	22,34**
SO den. DO2	4	0,0244	100,05**	0,0077	118,00**	0,0105	22,77**
SO den. DO3	4	0,0405	165,93**	0,0133	31,17**	0,0170	36,76**
SO den. DO4	4	0,0344	140,72**	0,0019	4,35**	0,0138	29,85**
SO den. DO5	4	0,0326	133,59**	0,0056	13,17**	0,0102	22,06**
SO den. DO6	4	0,0423	172,99**	0,0072	16,88**	0,0062	13,37**
SO den. DO7	4	0,0274	112,16**	0,0141	32,99**	0,0114	24,54**
DO den. SO1	6	0,0045	18,55**	0,0101	23,66**	0,0083	17,84**
DO den. SO2	6	0,0030	12,41**	0,0027	6,35**	0,0055	11,91**
DO den. SO3	6	0,0019	7,88**	0,0076	17,75**	0,0071	15,41**
DO den. SO4	6	0,0033	13,37**	0,0032	7,48**	0,0067	14,47**
DO den. SO5	6	0,0033	13,42**	0,0011	2,67*	0,0083	17,88**
Resíduo	35	0,0002		0,0004		0,0005	
Total	69						
C.V. (%)		5,99		12,46		9,06	

* teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Tabela 40. Teor (ppm) final de boro extraído por HCl 0,05 M em cinco solos diferentes submetidos a sete doses de boro após o cultivo de plantas de girassol, médias de 2 repetições [1].

Dose de boro (ppm)	Solo				
	Luiz de Queiroz	Iracema	Sertãozinho	Quebra Dente	Ribeirão Claro
0,0	0,37e	0,29d	0,14b	0,13c	0,20b
0,1	0,39de	0,31cd	0,14b	0,16bc	0,18bc
0,2	0,45bc	0,35bc	0,14b	0,14bc	0,15c
0,3	0,44c	0,38ab	0,14b	0,18b	0,20b
0,4	0,43cd	0,34bc	0,14b	0,14bc	0,22b
0,5	0,49ab	0,33cd	0,13b	0,18b	0,20b
1,1	0,50a	0,40a	0,22a	0,25a	0,28a

d.m.s.(Tukey 5%) = 0,0489

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 41. Teor (ppm) final de boro extraído por acetado de amônio 1,0 N, pH 4,8 em cinco solos diferentes submetidos a sete doses de boro após o cultivo de plantas de girassol, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo				
	Luiz de Queiroz	Iracema	Sertãozinho	Quebra Dente	Ribeirão Claro
0,0	0,22c	0,15c	0,11bc	0,06b	0,15ab
0,1	0,20c	0,16bc	0,06c	0,06b	0,11b
0,2	0,30b	0,19bc	0,11bc	0,09b	0,15ab
0,3	0,18c	0,20abc	0,16b	0,12ab	0,15ab
0,4	0,20c	0,22ab	0,11bc	0,11b	0,12ab
0,5	0,22c	0,22ab	0,15b	0,09b	0,12ab
1,1	0,38a	0,26a	0,26a	0,18a	0,18a

d.m.s. (Tukey 5%) = 0,0646.

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

Tabela 42. Teor (ppm) final de boro extraído por água quente em cinco solos diferentes submetidos a sete doses de boro após o cultivo de plantas de girassol, médias de 2 repetições[1].

Dose de boro (ppm)	Solo				
	Luiz de Queiroz	Iracema	Sertãozinho	Quebra Dente	Ribeirão Claro
0,0	0,29c	0,26b	0,19b	0,11c	0,18bc
0,1	0,29c	0,28b	0,20b	0,12c	0,17c
0,2	0,36b	0,25b	0,15b	0,14bc	0,16c
0,3	0,31bc	0,31b	0,17b	0,12c	0,24b
0,4	0,31bc	0,26b	0,19b	0,13c	0,17c
0,5	0,31bc	0,26b	0,17b	0,20b	0,20bc
1,1	0,47a	0,40a	0,33a	0,27a	0,34a

d.m.s. (Tukey 5%) = 0,0673

(1) Na vertical letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre as doses no solo considerado.

N, pH 4,8 no solo Ribeirão Claro. Pelos valores do teste F (Tabela 39) pode-se observar que a água quente foi o extrator mais sensível às doses de boro nos solos Quebra Dente e Ribeirão Claro, ficando na segunda posição nos solos Iracema e Sertãozinho e em terceiro lugar no solo Luiz de Queiroz, o acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8 foi o mais sensível nos solos Luiz de Queiroz e Sertãozinho, enquanto o HCl 0,05 M foi o mais sensível no solo Iracema. Com base no fato de que é mais vantajoso o extrator ser sensível quando os teores do elemento no solo são baixos e não quando estes são elevados, podemos concluir com base nos teores finais de boro no solo que a água quente foi o melhor extrator.

Os coeficientes de correlação linear dos teores finais de boro, obtidos por três extratores diferentes, entre si e com as medidas de crescimento e as análises dos tecidos das plantas, nos cinco solos estudados, encontram-se nas Tabelas 43, 44, 45, 46 e 47. Quanto às correlações dos teores finais com os teores de boro nas folhas velhas houve variação de solo para solo não se podendo concluir qual extrator apresenta melhor correlação com os teores de boro desta parte da planta. Com relação às folhas novas a primeira evidência é que os teores de boro nas folhas novas foram melhores correlacionados com os teores finais do micronutriente no solo que nas folhas velhas, sendo que novamente não se pode concluir sobre qual extrator apresenta as melhores cor

Tabela 43. Coeficientes de correlação linear dos teores de boro obtidos por três extratores diferentes, após o cultivo de plantas de girassol, entre si, com medidas de crescimento e com análises dos tecidos das plantas no solo Luiz de Queiroz.

	B extraído (ppm)		
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N, pH 4,8	Água quente
B aplicado (ppm)	0,7952***	0,7164**	0,7967***
B folha velha (ppm)	0,7705**	0,4763n.s.	0,5958*
B folha nova (ppm)	0,7860***	0,6512*	0,7282**
B absorvido (microgramas/vaso)	0,7632**	0,6473*	0,7358**
B extraído HCl 0,05M (ppm)	-	0,6078*	0,6729**
B extraído NH_4Ac 1,0N, pH 4,8 (ppm)	-	-	0,9499***
Altura final (cm/vaso)	0,3462n.s.	0,0299n.s.	0,0095n.s.
Matéria seca (g/vaso)	0,4747n.s.	0,6475*	0,6724**

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Tabela 44. Coeficientes de correlação linear dos teores de boro obtidos por três extratores diferentes, após o cultivo de plantas de girassol, entre si, com medidas de crescimento e com análises dos tecidos das plantas no solo Iracema.

	B extraído (ppm)		
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N, pH 4,8	Água quente
B aplicado (ppm)	0,7398**	0,8825***	0,7488**
B folha velha (ppm)	0,6194*	0,8388***	0,4190n.s.
B folha nova (ppm)	0,7191**	0,7863***	0,6383*
B absorvido (microgramas/vaso)	0,6671**	0,8348***	0,6204*
B extraído HCl 0,05M (ppm)	-	0,7271**	0,6664**
B extraído NH_4Ac 1,0N, pH 4,8 (ppm)	-	-	0,5602*
Altura final (cm/vaso)	0,2720n.s.	0,4159n.s.	0,0873n.s.
Matéria seca (g/vaso)	0,1433n.s.	0,3181n.s	0,1637n.s.

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Tabela 45. Coeficientes de correlação linear dos teores de boro obtidos por três extratores diferentes, após o cultivo de plantas de girassol, entre si, com medidas de crescimento e com análises dos tecidos das plantas no solo Sertãozinho.

	B extraído (ppm)		
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N, pH 4,8	Água quente
B aplicado (ppm)	0,7846***	0,8820***	0,7961***
B folha velha (ppm)	0,6764**	0,8003***	0,7752**
B folha nova (ppm)	0,7860***	0,8378***	0,8071***
B absorvido (microgramas/vaso)	0,6733**	0,8281***	0,7198**
B extraído HCl 0,05M (ppm)	-	0,7901***	0,8921***
B extraído NH_4Ac 1,0N, pH 4,8 (ppm)	-	-	0,7603**
Altura final (cm/vaso)	0,3425 n.s.	0,4688 n.s.	0,2486 n.s.
Matéria seca (g/vaso)	0,0531 n.s.	0,2265 n.s.	0,0046 n.s.

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Tabela 46. Coeficientes de correlação linear dos teores de boro obtidos por três extratores diferentes, após o cultivo de plantas de girassol, entre si, com medidas de crescimento e com análises dos tecidos das plantas no solo Quebra Dente.

	B extraído (ppm)		
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N, pH 4,8	Água quente
B aplicado (ppm)	0,9043***	0,8758***	0,9331***
B folha velha (ppm)	0,9011***	0,8729***	0,8559***
B folha nova (ppm)	0,8916***	0,8394***	0,9278***
B absorvido (microgramas/vaso)	0,8684***	0,8776***	0,9005***
B extraído HCl 0,05M (ppm)	-	0,7891***	0,8792***
B extraído NH_4Ac 1,0N, pH 4,8 (ppm)	-	-	0,7158**
Altura Final (cm/vaso)	0,5349*	0,6251*	0,4756n.s.
Matéria seca (g/vaso)	0,1083n.s.	0,2246n.s.	0,0774n.s.

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Tabela 47. Coeficientes de correlação linear dos teores de boro obtido por três extratores diferentes, após o cultivo de plantas de girassol, entre si, com medidas de crescimento e com análises dos tecidos das plantas no solo Ribeirão Claro.

	B extraído (ppm)		
	HCl 0,05M	NH_4Ac 1,0N, pH 4,8	Água quente
B aplicado (ppm)	0,8357***	0,5567*	0,9017***
B folha velha (ppm)	0,7185**	0,4430n.s.	0,8218***
B folha nova (ppm)	0,7781**	0,5797*	0,9061***
B absorvido (microgramas/vaso)	0,7045**	0,4494n.s.	0,8467***
B extraído HCl 0,05M (ppm)	-	0,5012n.s.	0,8470***
B extraído NH_4Ac 1,0N, pH 4,8 (ppm)	-	-	0,6971**
Altura final (cm/vaso)	0,1842n.s.	0,1760n.s.	0,2783n.s.
Matéria seca (g/vaso)	0,1606n.s.	0,0312n.s.	0,2702n.s.

n.s. = teste F não significativo ao nível de 5% de probabilidade.
* = teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade.
** = teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade.
*** = teste F significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

relações, o mesmo sendo válido para a quantidade de boro absorvida por vaso. As medidas de crescimento, produção de matéria seca e altura final, também mostraram correlações muito baixas e, em geral, não significativas com os teores finais de boro, não havendo um extrator que apresentasse melhores correlações. Apesar da variação existente nos coeficientes de correlação entre os solos estudados pode se concluir que com exceção do solo Luiz de Queiroz o HCl 0,05 M correlacionou-se melhor com a água quente que o acetato de amônio 1,0 N, pH 4,8.

5. CONCLUSÕES

- Das medidas de crescimento estudadas a altura das plantas foi a que melhor refletiu o estado nutricional das mesmas em relação ao boro, ao passo que o peso da matéria seca das raízes foi a medida de crescimento que pior refletiu a disponibilidade de boro no solo.

- Os teores de fósforo, magnésio e enxofre diminuíram com o aumento da dose de boro nos solos com baixos teores deste micronutriente; com relação ao nitrogênio, potássio, cálcio, zinco, cobre, ferro e manganês houve muita variação conforme a parte da planta considerada.

- Com base na composição mineral as folhas novas foram a parte da planta mais sensível à disponibilidade

de boro, seguidas pelas folhas velhas, por outro lado os caules e raízes não se mostraram bons indicadores da disponibilidade deste micronutriente.

- Houve em todos os solos efeito das doses de boro sobre os teores do micronutriente nas folhas, bem como sobre a quantidade de boro absorvida pelas plantas.

- Com relação à produção relativa de matéria seca para o HCl 0,05 M teores menores ou iguais a 0,31 ppm de B no solo são baixos, entre 0,31 a 0,50 ppm são médios e acima de 0,50 ppm são altos para o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 teores menores ou iguais a 0,18 ppm são baixos, entre 0,18 a 0,27 ppm são médios e acima de 0,27 ppm são altos; para a água quente teores menores ou iguais a 0,26 ppm são baixos, entre 0,26 a 0,41 ppm são médios e acima de 0,41 ppm são altos. Com relação à altura relativa das plantas para o HCl 0,05 M teores menores ou iguais a 0,36 ppm são baixos, entre 0,36 a 0,49 ppm são médios e acima de 0,49 ppm são altos; para o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 teores menores ou iguais a 0,18 ppm baixos, entre 0,18 a 0,25 ppm são médios e acima de 0,25 ppm são altos; para a água quente teores menores ou iguais a 0,32 ppm são baixos, entre 0,32 a 0,42 ppm são médios e acima de 0,42 ppm são altos.

- Os três extratores estudados retiraram do solo apenas uma fração do boro disponível às plantas, sendo

que a água quente foi o extrator que apresentou melhor comportamento quando se comparou o teor inicial com a quantidade de boro absorvida pelas plantas e com os teores do micronutriente nas folhas novas, que foram a parte da planta mais sensível ao nível de boro disponível no solo, vindo a seguir nos dois aspectos o HCl 0,05 M, enquanto o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 apresentou comportamento inferior aos dois métodos anteriores.

- O teor de boro nas folhas novas mostrou ser um índice melhor que os teores iniciais e finais de boro no solo, fornecidos pelos três extratores estudados, para avaliar o boro do solo disponível às plantas. Por outro lado solos de textura mais fina apresentaram maior quantidade de boro disponível que os de textura grosseira.

- Os teores de boro obtidos no final do ensaio pelos três extratores não se relacionaram de modo satisfatório com as medidas de crescimento, não havendo um extrator que apresentasse melhor comportamento. Quando se comparou os teores finais de boro obtidos com os três extratores e o teor do micronutriente nas folhas novas e velhas, bem como com a quantidade de boro absorvida por vaso não se pode concluir sobre qual extrator apresenta melhor comportamento, podendo-se dizer que o teor de boro disponível após o cultivo de plantas obtidos pelos três extratores praticamente não forneceram informações sobre a disponibilidade de boro existente anterior

mente ao cultivo.

- Tendo em vista o conjunto de resultados obtidos conclui-se que a água quente foi o melhor extrator, seguida pelo HCl 0,05 M sendo o NH_4Ac 1,0 N, pH 4,8 o extrator de pior comportamento.

6. LITERATURA CITADA

BAKER, A.S. e R.L. COOK, 1956. Need of boron fertilization for alfalfa in Michigan and methods for determining this need. *Agronomy Journal*. Madison, 48:564-568.

BAKER, A.S. e R.L. COOK, 1959. Greenhouse studies on alfalfa with soil type, soil reaction and borax fertilization as variables. *Agronomy Journal*, Madison, 51:1-4.

BAKER, A.S., 1971. Relation between available boron and boron extracted from soils by hot water or phosphoric acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. New York, 2:311-320.

BERGER, K.C. e E. TRUOG, 1939. Boron determination in soils and plants. *Industrial and Engineering Chemistry*. Easton, 11:540-545.

BERGER, K.C. e E. TRUOG, 1940. Boron deficiences as revealed by plant and soil tests. *Journal of the American Society of Agronomy*. Genova, 32:297-301.

BERGER, K.C., 1949. Boron in soils and crops. *Advances in Agronomy*. New York, 1:321-351.

BLAMEY, F.P.C.; D. MOULD e J. CHAPMAN, 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agronomy Journal*. Madison, 71:243-247.

BRASIL SOBRINHO, M.O.C., 1965. Levantamento do teor de boro em alguns solos do estado de São Paulo. ESALQ/USP, 135 p. (Tese de Livre Docência).

BRAY, R.H., 1948. Correlation of soil tests with crop response to added fertilizers and with fertilizer requirements. In: KITCHEN, H.B., ed. *Diagnostic techniques for soils and crops*. Washington, D.C., The American Potash Institute, p. 53-86.

CASAGRANDE, J.C., 1978. O boro em solos do município de Piracicaba. ESALQ/USP, 122 p. (Dissertação de Mestrado).

CATANI, R.A. e J.R. GALLO, 1955. Avaliação da exigência em calcário dos solos do estado de São Paulo, mediante correlação entre o pH e a porcentagem de saturação em bases. *Revista da Agricultura*. Piracicaba, 30:49-60.

CATANI, R.A. e A.O. JACINTHO, 1974. *Avaliação da Fertilidade do Solo. Métodos de Análise*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 61p.

COPE, J.T. e R.D. ROUSE, 1973. Interpretation of soil test results. In: WALSH, L.M. J.D. BEATON, eds. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, p. 35-66.

DIBLE, W.T.; E. TRUOG e K.C. BERGER, 1954. Boron determination in soils and plants by simplified curcumin procedure. *Analytical Chemistry*. New York, 26:418-421.

ELLIOTT, G.C. e P.V. NELSON, 1981. Acute boron toxicity in *Begonia hiemalis*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. New York, 12:775-783.

GUPTA, U.C., 1967. A simplified method for determining hot-water soluble boron in podzol soils. *Soil Science*. New Brunswick, 103:424-428.

GUPTA, U.C., 1968. Relationship of total and hot water soluble boron, and fixation of added boron to properties of podzol soils. *Soil Science Society of America Proceedings* Madison, 32:45-48.

GUPTA, S.K. e J.W.B. STEWART, 1975. The extraction and determination of plant available boron in soils. *Schweizerishe landwirtschaftliche Forschung* Saskatoon, 14:153-169.

GUPTA, U.C. e J. MacLEOD, 1977. Influence of calcium and magnesium sources on boron uptake and yield of alfalfa and rutabaga as related to soil pH. *Soil Science*. Baltimore, 124:279-284.

HANWAY, J.J., 1973. Experimental methods for correlating and calibrating soil tests. In: WALSH, L.M. e J.D. BEATON, eds. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, p. 55-66.

HIROCE, R., J.R. GALLO e S.A. NÓBREGA, 1971. Deficiência de boro em batatinha cultivada em solo orgânico do Vale do Paraíba. *Bragantia*. Campinas, 30 (nota nº 2); V-VII.

HOROWITZ, A. e H.S. DANTAS, 1973. Boro disponível nos solos da zona litoral-mata de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Série Agronomia. Rio de Janeiro, 8:163-168.

KILMER, V.J. e L.T. ALEXANDER, 1949. Methods of making mechanical analysis of soil. *Soil Science*. New Brunswick, 68:15-24.

KRUG, F.J.; H. BERGAMIN FILHO; E.A.G. ZAGATTO e S.S. JORGENSEN, 1977. Rapid determination of sulphate in natural waters and plant digests by continuous flow injection turbidimetry. *Analyst*. London, 102:503-508.

MALAVOLTA, E. 1981. *Manual de Química Agrícola - Adubos e Adubação*. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 596 p.

MAZAHERI, A. 1976. Preparation and use of azomethine-H for colorimetric determination of boron. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. New York, 7:331-334.

McCLUNG, A.C. e J.E. DAWSON, 1950. Some studies on the behavior of soil boron under cropping. *Soil Science Society of America Proceedings*. Madison, 15:268-272.

MELSTED, S.W. e T.R. PECK, 1973. The principles of soil testing. In: WALSH, L.M. e J.D. BEATON, eds. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, p. 13-20.

MESQUITA FILHO, M.V. e S.A. OLIVEIRA, 1984. Influência do boro na produção de matéria seca da batata. *Horticultura brasileira*. Brasília, 2:9-11.

OBUKHOV, A.I., 1968. Content and distribution of minor elements in the soils of the dry tropical zone of Burma. *Soviet Soil Science* Madison, 1:224-233.

OKAZAKI, E. e T.T. CHAO, 1968. Boron adsorption and desorption by some hawaiian soils. *Soil Science*. New Brunswick, 105:255-259.

PETERSON, L.A. e R.C. NEWMAN, 1976. Influence of soil pH on the availability of added boron. *Soil Science Society of American Journal*. Madison, 40:280-282.

PONNAMPERUMA, F.N.; M.T. CAYTON e R.S. LANTIN, 1981. Dilute hydrochloric acid as an extractant for available zinc, copper and boron in rice soils. *Plant and soil*. New York, 61:297-310.

RAIJ, B. van, 1974. Calibração do potássio trocável em solos para feijão, algodão e cana-de-açúcar. *Ciência e Cultura*. São Paulo, 26:575-579.

RAIJ, B. van, 1981. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa (EUA-Suiça). 142 p.

RANZANI, G.; O. FREIRE e T. KINJO, 1966. *Carta de Solos do município de Piracicaba*. Centro de Estudos de Solos, ESALQ-USP, Piracicaba, 85 p.

REISENAUER, H.M.; L.M. WALSH e R.G. HOEFT, 1973. Testing soils for sulphur, boron, molybdenum and chlorine. In: WALSH, L.M. e J.D. BEATON, eds. *Soil testing and plant analysis.* Madison, Soil Science Society of America, p. 173-200.

ROUSE, R.D., 1968. Soil test theory and calibration for cotton corn, soybeans and coastal bermuda grass. *Bulletin. Alabama Agricultural Experiment Station,* Auburn, nº 375, 67 p.

RUSSEL, D.A., 1957. Boron and soil fertility. In: STTEFFERUD, A., ed. *The Yearbook of Agriculture.* Washington, D.C., The United States Department of Agriculture, p. 121-128.

SARRUGE, J.R. e H.P. HAAG, 1974. *Analises químicas em plantas.* Piracicaba, ESALQ-USP. 56 p.

SCHUSTER, C.E. e R.E. STEPHENSON, 1940. Sunflower as an indicator plant of B deficiency in soils. *Journal of the American Society of Agronomy.* New York, 32:607-621.

WALMSLEY, D.; I.T. TWYFORD e I.S. CORNFORTH, 1971. An evaluation of soil analysis methods for nitrogen, phosphorus and potassium, using banana. *Tropical Agriculture.* Trinidad, 48:141-145.

WALSH, L.M. e J.D. BEATON, 1973. Opportunities to improve soil testing programs. In: WALSH, L.M. e J.D. BEATON, eds. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of America, p. 1-11.