APLICAÇÃO DE BORO NA CULTURA DO ALGODOEIRO
(*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.)

LUIZ HENRIQUE CARVALHO
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof.Dr. MOACYR DE O.C. DO BRASIL SOBRINHO

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Universidade de São Paulo, para ob
tenção do título de Doutor em Agro
nomia. Área de Concentração: Solos
e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro, 1988

HOMENAGEM

Instituto Agronômico do Estado de São Paulo;
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico
e Tecnológico - CNPq.

A meus pais, Laura e Nicanor de Carvalho,
pelo exemplo, amor e esforços realizados
à minha educação,

DEDICO

À minha esposa Vera Lucia,
ao meu filho Rafael,
aos meus irmãos Nicanor e Arnaldo

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa os seus agradecimentos:

. Ao Professor Doutor Moacyr de Oliveira Camponez do Brasil Sobrinho e ao Pesquisador Científico Dr. Nelson Machado da Silva, pela valiosa orientação e sugestões apresentadas na realização e confecção do presente trabalho.

. Aos colegas de trabalho Drs. Imre Lajos Gridi-Papp , Ederaldo José Chiavegato, Edivaldo Cia, Milton Geraldo Fuzatto, Nelson Paulieri Sabino e Popílio Angelo Cavalieri, pelo estímulo e ensinamentos.

. Ao Eng^o Textil Julio Isao Kondo, Dr. Ruter Hiroce, Dr. Ondino Cleante Bataglia e Dr. Antonio Roque Dechen, pelas análises efetuadas.

. Aos Drs. Cândido Ricardo Bastos, Celso Valdevino Pommer; Antonio Roberto Pereira e Luiz Fernandes Razera pelo estímulo e colaboração na realização deste trabalho.

. A senhora Nelci Teixeira Maniero pelos serviços de datilografia.

. A senhora Dirce Alessi Pelegrino pela costumeira atenção.

. Aos Funcionários da Seção de Algodão e Tecnologia de Fibras do Instituto Agrônômico e a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xiii
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Modos de aplicação de boro no algodoeiro	5
2.2. Sintomas de deficiência de boro no algodoeiro	9
2.3. Nível crítico de boro no algodoeiro	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Dados de ambiente	12
3.1.1. Localização do ensaio	12
3.1.2. Solo	13
3.2.3. Clima	13
3.2. Delineamento experimental	15
3.3. Modos de aplicação de adubos	15
3.4. Semeação, desbaste e cultivar	20
3.5. Cultivos e combate às pragas	23
3.6. Colheita e preparo da amostra de folhas	23
3.7. Colheita das parcelas experimentais	24
3.8. Preparo da amostra e estudos gerais	24
3.9. Análise estatística	25
3.10. Determinação do boro no solo pelo método bio- lógico do girassol (<i>Helianthus annuus</i> , L.) ..	26
3.10.1. Amostragem e preparo da amostra de so lo	27
3.10.2. Recipiente	27

3.10.3. Cultivar	29
3.10.4. Técnica experimental	29
3.10.5. Coleção de padrões	32
3.10.6. Medições das plantas	32
3.10.6.1. Altura das plantas e peso da matéria seca	32
3.10.7. Desenvolvimento do ensaio	33
3.10.8. Análise estatística	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Resultados de produção	35
4.1.1. Resultados de produção da primeira fase do estudo	35
4.1.2. Precocidade de colheita	39
4.1.3. Peso de 1 capulho	41
4.1.4. Comprimento da fibra	41
4.1.5. Análise foliar de boro	42
4.2. Resultados de produção da segunda série do es- tudo	45
4.2.1. Precocidade de colheita	49
4.2.2. Peso de 1 capulho	51
4.2.3. Comprimento da fibra	51
4.2.4. Análise foliar de boro	52

4.3. Resultados da determinação de boro no solo pelo método biológico do girassol (<i>Helianthus annuus</i> , L.)	56
4.3.1. Altura das plantas	56
4.3.2. Sintomas de deficiência de boro	65
5. CONCLUSÕES	67
LITERATURA CITADA	69

LISTA DE TABELAS

Nº	Página
1 - Resultado da análise química do solo, efetuada em amostra composta extraída da gleba experimental de Leme	14
2 - Resultado da análise química do solo, efetuada em amostra composta extraída da gleba experimental de Santa Cruz da Conceição	14
3 - Tratamentos estudados, em esquema de quadrado latino 7x7, nos ensaios de Leme, em 1976/77 a 1978/79, referentes à primeira série do estudo.	16
4 - Tratamentos estudados, em esquema de quadrado latino 7x7, nos ensaios de Leme em 1979/80 e 1981/82 e Santa Cruz da Conceição, em 1979/80 a 1981/82, referentes à segunda série do estudo.	17
5 - Resultados de análises químicas de amostras de solo e subsolo retiradas em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 e 40 cm) nos municípios de Leme e Santa Cruz da Conceição, no Estado de São Paulo	28

Nº	Página
6 - Composição da solução nutritiva contendo todos os nutrientes, exceto o boro	30
7 - Quantidades de boro adicionadas a coleção de padrões e aos vasos de solo e subsolo	31
8 - Resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha) e da análise da variância obtidos na primeira série do estudo, em ensaios conduzidos no município de Leme, Estado de São Paulo, nos anos de 1976/77 a 1978/79	36
9 - Resultados médios da precocidade de colheita (%), do peso de 1 capulho (g) e do comprimento da fibra 2,5 % (mm) e dados de análises de variância obtidos na primeira série do estudo, no município de Leme, Estado de São Paulo, no período de 1976/77 a 1978/79	40
10 - Resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha) e de análises da variância obtidos na segunda série do estudo, em ensaios conduzidos nos municípios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/81, e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80 a 1981/82	46

- 11 - Resultados médios da precocidade de colheita (%), do peso de 1 capulho (g) e do comprimento da fibra 2,5 % (mm) e dades de análises de variância obtidos na segunda série do estudo, em ensaios conduzidos nos municípios de Leme nos anos de 1979 / 80 e 1981/82, e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80 e 1981/82 50
- 12 - Resultados de análise da variância de altura média (cm) determinada aos 60 dias de idade do girassol cultivado com diferentes doses de boro em areia lavada e em substrato colhido a profundidade de 0 a 20 cm, em Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média de Santa Cruz da Conceição e Leme 57
- 13 - Resultados de análises de variância de altura média (cm) determinada aos 60 dias de idade do girassol cultivado com diferentes doses de boro em areia lavada e em substrato colhido a profundidade de 20 a 40 cm, Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado textura média de Santa Cruz da Conceição e Leme 58

14 - Equações de regressão quadrática e coeficientes de determinação (R^2), relacionando altura média (cm) de plantas de girassol cultivadas em areia lavada e Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média e doses crescentes de boro, aos 60 dias de idade	59
--	----

LISTA DE FIGURAS

Nº	Página
1 - Confronto entre dados de produção de algodão em caroço (histograma) e resultados de análises de boro no limbo foliar (linha contínua) obtidos na primeira série do estudo, no município de Leme, Estado de São Paulo, no período de 1976/77 a 1978/79	43
2 - Confronto entre dados de produção de algodão em caroço (histograma) e resultados de análises de boro no limbo foliar (linha contínua) obtidos na segunda série do estudo, nos municípios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82, e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80 a 1981/81..	53
3 - Aspectos da influência de doses crescentes de boro (até 1,00 ppm de B) sobre o desenvolvimento do girassol, no estudo em casa-de-vegetação, com destaque para a sintomatologia de deficiência no tratamento testemunha, sem areia lavada.	60

- 4 - Representação gráfica das equações de regressão quadrática entre altura média das plantas (y) e doses crescentes de boro (x), em areia lavada e no Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média colhido em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), no município de Santa Cruz da Conceição, Estado de São Paulo 61
- 5 - Representação gráfica das equações de regressão quadrática entre altura média das plantas (y) e doses crescentes de boro (y), em areia lavada e no Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média colhido em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), no município de Leme, Estado de São Paulo 62

APLICAÇÃO DE BORO NA CULTURA DO ALGODOEIRO
(*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch.)

Candidato: LUIZ HENRIQUE CARVALHO
Orientador: MOACYR DE O.C. DO BRASIL SOBRINHO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a aplicação de boro na cultura algodoeira, foram envolvidas duas séries de ensaios de campo em Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média nos municípios de Leme e Santa Cruz da Conceição, Estado de São Paulo, adotando-se o delineamento estatístico em quadrado latino 7x7.

Na primeira série do estudo, o boro foi aplicado em cobertura e em pulverização foliar. Por ocasião da primeira cobertura nitrogenada, aplicou-se o borax (11 % de B) à lãço em mistura com sulfato de amônio (20 % de N) nas doses de 0,75 e 1,50 kg/ha de B. As pulverizações foliares foram efetuadas com solubor (20,5 % de B), em duas épocas: a partir do 15º dia de emergência das plantas, com intervalos aproximados de 15 dias, com 6 aplicações de 0,075 e 0,150 kg/ha de B, cada uma; durante o florescimento foram efetuadas 3 pulverizações de 0,150 e 0,300

kg/ha de B, cada uma, também com intervalos aproximados de 15 dias. Três ensaios foram conduzidos em Leme, S.P., nos anos de 1976/77, 1977/78 e 1978/79.

Já na segunda série, aplicou-se o boro no sulco de sementeação, em cobertura e parceladamente, parte no sulco e parte em cobertura ou em pulverização foliar. No sulco de sementeação utilizou-se o borax (11 % de B), nas doses de 0,75 e 1,50 kg/ha de B. O mesmo produto forneceu 1,50 kg/ha de B em cobertura, por ocasião da adubação nitrogenada. Em três outros tratamentos, a aplicação foi parcelada, conforme segue: 0,75 kg/ha de B (borax, 11 % de B) no sulco de sementeação mais 0,75 kg/ha de B (borax) em cobertura, após desbaste; 1,00 kg/ha de B (borax) no sulco de sementeação mais 0,50 kg/ha de B (solubor, 20,5 % de B), em pulverização foliar e, 0,75 kg/ha de B (borax) no sulco mais 0,75 kg/ha de B (solubor), em pulverização foliar. As pulverizações em número de quatro foram efetuadas a partir do 45º dia de idade das plantas, com intervalos de 10 a 15 dias. Conduziram-se dois ensaios em Leme, S.P., no ano de 1979/80 e 1981/82 e três em Santa Cruz da Conceição, S.P., no período de 1979/80 a 1981/82.

Em ambas as séries do estudo foi utilizado o cultivar 'IAC 17' e o efeito dos tratamentos foi avaliado contra uma testemunha sem boro, em termos de produção de algodão em ca

roço e de certas características agronômicas e tecnológicas da fibra.

Paralelamente foi conduzido um ensaio biológico de girassol, em casa-de-vegetação, tendo-se adotado delineamento estatístico em blocos ao acaso. Vasos com capacidade de 0,5 litro de TFSA receberam amostras de "solo" (0-20 cm) e de "subsolo" (20-40 cm) colhidas nas glebas experimentais estudadas. Na adubação utilizou-se solução nutritiva completa contendo macro e micronutrientes, sendo que o B foi aplicado nas seguintes doses: 0,00; 0,10; 0,20; 0,30; 0,40; 0,50; 0,60 e 1,00 ppm. Instalou-se, também, uma coleção de padrões em areia lavada, que receberam os mesmos tratamentos. Foi utilizado o cultivar Uruguai e o ensaio teve a duração de 60 dias. Através da determinação da altura média das plantas foram calculadas as doses ideais de boro para "solo", "subsolo" e para areia lavada. Registrou-se, também, o quadro sintomatológico do girassol cultivado em areia lavada, sem B.

Os resultados obtidos nestas duas fases de estudo, como também no teste biológico do girassol permitem as seguintes conclusões:

a) O boro aplicado ao solo tanto no sulco de plantio como em cobertura, proporciona aumentos significativos na produção de algodão;

b) A aplicação por via foliar durante o florescimento, em baixa concentração, é menos eficiente do que a aplicação no solo por ocasião da cobertura, no aumento da produção;

c) Embora as diferenças entre os tratamentos que receberam boro não tenham sido significativos, deve-se indicar a aplicação do boro no sulco de plantio, por ser mais fácil; a aplicação parcelada, metade no sulco e metade em cobertura; como medida preventiva; e a pulverização foliar, como medida corretiva;

d) As concentrações de boro no limbo foliar crescem com o aumento das doses empregadas na adubação, mas nem sempre se relacionam com os níveis de produtividade;

e) A aplicação de boro, no geral, influenciou favoravelmente o peso de 1 capulho e comprimento da fibra, tendo alcançado significância estatística na primeira série;

f) O método biológico do girassol, mostrou-se eficaz na detecção da deficiência de boro no solo estudado, assim como na indicação das respostas do algodoeiro ao boro.

BORON APPLICATION ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L. var. *latifolium* Hutch).

Candidate: LUIZ HENRIQUE CARVALHO
Adviser: MOACYR DE O.C. DO BRASIL SOBRINHO

SUMMARY

To compare different ways of boron application in cotton, field experiments were conducted at two different locations, Leme and Santa Cruz da Conceição, both in São Paulo State, on a sandy red-yellow Latosol. A Latin Square design was used with seven repetitions.

At first, boron was applied in side dressing and by foliar sprayings: Borax (11 % of B) was applied in mixture with ammonium sulphate (20 % of N) on a basis of 0.75 and 1.50 kg/ha of B. For foliar applications Solubor (20.5 % of B) was used in two periods. Starting from the 15th day after emergency, with intervals of 15 day, six foliar applications were made for each dose. During flowering more three foliar applications were made at 0.150 and 0.300 kg/ha of B, also with intervals of 15 days, approximately. Three field experiments of this kind were conducted at Leme, São Paulo State, during the years of 1976/77, 1977/78 and 1978/79.

In a second serie boron was applied in planting rows, in side-dressing, partly in rows and in side-dressing, and through sprayings. In the rows 0.75 and 1.50 kg/ha of B were applied in the form of Borax (11 % of B). The same product supplied 1.50 kg/ha of B in side-dressing, in mixture with nitrogen fertilizer.

The experiments had the following combined treatments:

1) 0.75 kg/ha of B (Borax 11 % of B) in the rows, and 0.75 kg/ha of B (Borax) in side-dressing after thinning;

2) 1.00 kg/ha of B (Borax) in the rows and 0.50 kg/ha of B (Solubor 20.5 % of B), in foliar sprayings;

3) 0.75 kg/ha of B (Borax) in the rows and 0.75 kg/ha of B (Solubor) in foliar sprayings. Four sprayings were made starting at 45 days after emergency, with intervals of 10 to 15 days, approximately. Two such experiments were conducted at Leme, in the years of 1979/80 and 1980/81, and three experiments conducted at Santa Cruz da Conceição, São Paulo State, during the years of 1979/80, 1980/81 and 1981/82.

In both series, the experiments were planted to 'IAC 17' cultivar and a control treatment, without B, was used as reference for comparisons of yield, agronomical and fiber characteristics.

At the same time a biological test was carried out with sunflower, in greenhouse, in a randomized blocks design, with seven repetitions. Pots, with volume for 0.5 l of dry soil, were filled with the soil samples of the experimental plots corresponding to 0-20 cm and 20-40 cm deep layers.

Macro and micronutrients were supplied by appropriate nutrient solution. Boron was applied in the following doses: 0.00; 0.10; 0.20; 0.30; 0.40; 0.50; 0.60 and 1.00 ppm. Also a set of standards was prepared in washed sand, with the same doses of nutrients. The 'Uruguai' cultivar, was used in the test that lasted 60 days. The ideal doses of B for soil subsoil (20-40 cm) and pure sand were estimated through-out the average heights of the plants. Also the symptoms of Boron deficiency in sunflower were recorded in pure sand on the pots without B.

The results of all the experiments and the test with sunflower led to the following conclusions:

a) Boron application results in significant increase in production when applied in the planting rows as well as through side-dressing;

b) Foliar spraying, in low concentration, during the flowering period, is less efficient to increase yield, than the application in side-dressing;

c) Although differences between treatments of different ways of Boron supply were not significant, Boron application in the planting rows is indicated due to its easiness; parcelling, a half in the rows and half in side-dressing, may be indicated as a preventive practice; and sprayings as correctives;

d) Boron concentration in the leaf blades increases with doses but does not correlate with yield;

e) Boron application increased boll weight and fiber length, with significant differences observed in the first series of experiments;

f) The biological sunflower test proved to be efficient to detect Boron deficiency in the studied soil, as well as indicated with satisfactory precision the obtained effects on cotton.

1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro é originário de regiões tropicais e subtropicais de baixa pluviosidade e vegetação rala, conforme HUTCHINSON *et alii* (1947), onde se apresenta como arbusto de hábito perene. Segundo NEVES (1965), a maior conquista para a humanidade, no cultivo dessa malvácea, foi a transformação do ciclo vegetativo da planta de perene em anual, obtido através de milênios, permitindo sua expansão para áreas do mundo mais amplas do que as originais. Atualmente o algodão é a mais importante das fibras têxteis, naturais ou sintéticas, tendo em vista o volume e o valor monetário da produção, a multiplicidade de produtos que dela se originam e a popularidade de que estes gozam (NEVES, 1965).

Quando aqui aportaram os primeiros europeus, os indígenas provavelmente há séculos já cultivavam o algodão e sabiam convertê-lo em fios e tecidos. Na língua tupi, o algodão é "amanin-iú" ou "manin-jú", conforme NEVES (1965).

No Estado de São Paulo o algodoeiro anual (**Gossypium hirsutum** L. var. **latifolium** Hutch.), foi introduzido na década de 1860, em consequência de um declínio da lavoura nos Estados Unidos durante a Guerra de Secessão, o que determinou um curto período de ascensão de nossa produção de algodão. Outras expansões da cultura algodoeira ocorreram com a vinda de imigrantes americanos para regiões próximas a Campinas, cerca de 10 anos depois, e após a grande geada de 1918, durante a primeira Guerra Mundial. Após a crise econômica de 1929, iniciou-se o maior e mais duradouro incremento, com a estabilização da cultura, graças à queda do café, à organização da pesquisa algodoeira e à introdução do sistema de produção e distribuição de sementes (NEVES, 1965). O algodoeiro expandiu-se (1930 a 1934) principalmente substituindo pastagens e cafezais deficitários, nas zonas leste e sudeste do Estado, englobando a região da baixa Mogiana e baixa Sorocabana. Progrediu gradativamente para oeste, onde a aliança de mão-de-obra barata com boa fertilidade natural de extensas áreas de solos arenosos novos, permitia produção a baixo custo. A cultura do algodoeiro atingiu ao máximo em termos de área plantada e de volume de produção, em meados da década de 1940, segundo NEVES (1965). Em 1949, ainda o algodoeiro ocupava intensamente os solos férteis do oeste do Estado. Durante a década de 1960, ocorreu um gradativo retorno da cultura para o leste paulista, considerada "zona velha", onde se defrontou com solos esgotados e ácidos, carentes de fertilizantes e corretivos, conforme FRAGA (1961) e NEVES (1965).

Atualmente a concorrência imposta pela expansão das culturas de cana-de-açúcar e de soja e à necessidade de mecanização da cultura de algodão, tendo em vista a crescente escassez da mão-de-obra rural, têm forçado o deslocamento do cultivo para áreas de solos mais planos, de baixa fertilidade natural e de acentuada acidez, comumente denominados "cerrado", "cerradão" e "de campo". Para o aproveitamento econômico desses solos, é necessária a aplicação de corretivos de acidez, muitas vezes em quantidades elevadas, pois o algodoeiro se enquadra entre as plantas altamente exigentes quanto a esse aspecto, conforme FUZATTO (1965). Nessas condições, já no início da década de 1960, foi observada experimentalmente a ocorrência de deficiência de boro no algodoeiro, conforme McCLUNG *et alii* (1961). Na principal região produtora de algodão do Estado de São Paulo, município de Leme, apareceram em meados da década seguinte, segundo COSTA *et alii* (1976), anomalias que se assemelhavam a descrições de deficiência desse micronutriente. Tais distúrbios se tornaram, a partir de então, muito frequentes especialmente em culturas desenvolvidas em solos arenosos, corrigidos, com baixo teor de matéria orgânica, fatores que segundo BERGER e TRUOG (1946) podem ser responsáveis pelo problema. Utilizando solo com essas características SILVA *et alii* (1979), observaram alta deficiência de boro no algodoeiro em casa-de-vegetação. Posteriormente, em condições de campo, SILVA *et alii* (1982), obtiveram significativos efeitos com a

aplicação de adubo boratado no sulco de plantio. Por sua vez CARVALHO (1980), utilizando o mesmo método de adubação, demonstrou sensível interação entre o uso de calcário e de boro na cultura algodoeira, no mesmo tipo de solo. Como os sintomas de deficiência podem surgir repentinamente, em condições de campo, convém que outros métodos de aplicação além daquele no sulco de sementeação sejam estudados, uma vez que inexistem dados a respeito em nosso meio.

Trabalhando em solos sabidamente deficientes em boro, foram conduzidos vários experimentos de campo visando avaliar o efeito do boro aplicado também em cobertura (a lanço) e/ou em pulverização foliar na cultura algodoeira. No presente trabalho são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Foi conduzido, ainda, um ensaio em casa-de-vegetação para a detecção do boro no solo pelo método biológico do girassol.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Modos de aplicação de boro no algodoeiro

Conforme indicam trabalhos conduzidos no exterior, o boro pode ser aplicado em diferentes formas, a saber: em mistura com herbicidas de pré-emergência; no sulco de plantio, em mistura com adubos comuns; a lanço, diretamente sobre o sulco das sementes ou em faixa lateral após a emergência das plântulas; por via foliar, em aplicações semanais, ou mesmo através da combinação de diferentes métodos, conforme HINKLE e BROWN (1968). Todavia, existe um número relativamente pequeno de trabalhos experimentais sobre a aplicação do boro, sendo que a maior parte deles demonstrou efeitos positivos das diversas práticas estudadas. Um dos primeiros resultados positivos, obtidos em condições de campo, foi relatado por COLEMAN (1945), indicando um aumento médio de 150 kg/ha de algodão em caroço devido à aplicação a lanço de aproximadamente 1,2 kg/ha/ano de

B, durante três anos; esse aumento cresceu de 3 %,no primeiro ano,para 13 % no segundo e 26 % no último ano.

WEAR (1957), aplicando no sulco de plantio 0,63 kg/ha/ano de B, durante cinco anos, obteve um aumento médio de 152 kg/ha de algodão em caroço, ou 16 % a mais que a testemunha.Já Long (1964),citado por HINKLE e BROWN (1968), em ensaio permanente de adubação e calagem observou que a aplicação no sulco de plantio de 0,56 kg/ha/ano de B, durante dois anos, proporcionou acréscimo médio de até 1 390 kg/ha de algodão em caroço (144 %), na presença de calcário.

ANDERSON e BOSWELL (1968) utilizando doses de 0,45 e 0,89 kg/ha de B, aplicadas a lanço em faixas laterais , vinte a trinta dias após a emergência das plantas, obtiveram um acréscimo máximo de 150 kg/ha de algodão em caroço. Por sua vez, MILEY *et alii* (1969), demonstraram que o efeito do boro aplicado espalhado no sulco de semeadura, na dose de 1,16 kg/ha de B complementado por três pulverizações foliares de 0,22, 0,14 e 0,18 kg/ha de B, a intervalos semanais, na época do florescimento, está muito relacionado à aplicação de nitrogênio , tendo obtido acréscimos de 45 kg/ha de algodão em caroço na ausência de nitrogênio e de aproximadamente 300 kg/ha, na presença.

SEDBERRY *et alii* (1969), obtiveram efeitos positivos da adubação boratada em apenas 3 de 59 ensaios conduzidos em solos arenosos; o aumento médio de produção observado, no caso dos três ensaios, foi de 460 kg/ha de algodão em caroço, com o uso de 1,1 kg/ha de B, na água de irrigação, logo após a emergência das plantas.

KEOCH e MAPLES (1969) confrontando modos de aplicação, forneceram boro no sulco de plantio (1,1 kg/ha de B), contra pulverizações foliares semanais (oito, de 0,11 kg/ha cada), ou mesmo aplicação no plantio (0,57 kg/ha de B) complementada por pulverizações foliares (três, de 0,11 kg/ha cada uma) e obtiveram aumentos variáveis de 101 a 325 kg/ha de algodão em caroço; os resultados permitiram definir um método de aplicação que fosse consistentemente superior a outro. SINGH *et alii* (1970) fornecendo ao algodão irrigado 1,00 kg/ha de borax no sulco de plantio e 0,50 kg/ha de borax por via foliar em uma única aplicação aos 60 dias, observou-se que as maiores respostas associavam-se a altas produtividades. Por sua vez, MURPHY e LANCASTER (1971) demonstraram que a aplicação a lanço sobre o solo é tão efetiva quanto à aplicação no sulco (0,3 a 1,1 kg/ha de B). Pulverização foliar (0,57 kg/ha de B, em cinco semanas) foi tão eficiente quanto os demais métodos e não houve vantagem em combinar aplicação no solo com pulverização foliar.

FRITZ (1971), aplicando boro em pulverização sobre o sulco de plantio, antes da semeadura, e em pulverização foliar durante o florescimento (4 vezes, a cada 15 dias), obteve efeito positivo em apenas 1 de 7 ensaios estudados, quando usou 0,71 kg/ha de B no sulco de plantio, com acréscimo da ordem de 488 kg/ha de algodão em caroço.

SMITHSON (1972), efetuando 5 pulverizações foliares de 1,4 kg/ha de borax a intervalos semanais o florescimento obteve um aumento médio de 436 kg/ha de algodão em caroço (37,1%).

Já HEATHCOTE e SMITHSON (1974), trabalhando com doses de 0,33 a 1,30 kg/ha de B, não observaram diferenças significativas entre aplicações no sulco de plantio, em pulverização foliar, ou em ambas as formas combinadas; a adubação borata proporcionou um aumento médio sobre a testemunha da ordem de 580 kg/ha de algodão em caroço.

Em nosso meio, SILVA *et alii* (1982) estudando a aplicação de boro, em diferentes doses (de 0,5 a 2,00 kg/ha de B) no sulco de plantio, obtiveram aumento médio de produtividade da ordem de 670 kg/ha de algodão em caroço. Já CARVALHO (1980), no segundo ano de um ensaio permanente conduzido no mesmo tipo de solo, demonstrou a importância da interação com a calagem, uma vez que boro aplicado no sulco de plantio (0,75 a 2,25 kg/

ha de B na ausência de calcário, proporcionou acréscimo médio de 373 kg/ha de algodão em caroço, enquanto na presença (3 e 6 t/ha de calcário) os acréscimos variaram de 540 a 1.280 kg/ha.

2.2. Sintomas de deficiência de boro no algodoeiro

São muitos os autores que descrevem os sintomas de deficiência de boro no algodoeiro, entretanto, um maior detalhamento na descrição do quadro sintomatológico de carência, em nosso meio, é encontrado em trabalhos de SILVA et alii (1979) e CARVALHO (1980), cujas descrições são a seguir sumarizadas:

Em solos deficientes em boro as plântulas do algodoeiro apresentam, de início em "reboleiras" no terreno, desenvolvimento mais lento, com limbo das folhas cotiledonares mais espessos e enrugados e com pecíolos retorcidos; podem sofrer atrofia dos internódios e mesmo morte da gema apical (ponteiro). Os sintomas mais comuns aparecem na fase do florescimento e frutificação com queda de botões florais, flores e frutos novos. As brácteas de flores deficientes são mais amareladas do que as normais; as corolas são atrofiadas, com pétalas dobradas para dentro impedindo a abertura normal da flor. Nas flores defeituosas, as brácteas se destacam em tamanho, envolvendo às vezes totalmente a corola. Nesta fase ocorre um

"shedding" excessivo de botões florais flores e mesmo frutos. Nos frutos novos, observa-se necrosamento e ruptura de nectários extra-florais, o que se pode constatar através de um corte transversal em sua base. Nos pecíolos de folhas bem formadas, aparecem anéis concêntricos, escuros, com pilosidade mais intensa e correspondentes necrose interna da medula. No ramo principal, observam-se encurtamento dos internódios e superbrotamento; os nós da haste principal apresentam-se intumescidos, com rachaduras em sua base, podendo ocorrer o mesmo nos pecíolos e maçãs. As folhas novas no ponteiro da planta deficiente, apresentam-se cloróticas e enrugadas, com pecíolos curtos e retorcidos contrastando com as folhas verdes e bem desenvolvidas (normais) do restante da planta. As plantas muito ramificadas e improdutivas, retêm persistentemente as folhas e com frequência crescem mais que as normais.

2.3. Nível crítico de boro no algodoeiro

MURPHY e LANCASTER (1974) consideram o nível de 0,16 ppm de B, solúvel em água quente, como crítico para o desenvolvimento do algodoeiro, confirmando dados de SEDBERRY et alii (1969) que obtiveram valor muito próximo àquele (0,19 ppm de B).

Lancaster (1965) e Miley (1966), citados por HINKLE e BROWN (1968) encontraram respectivamente, teores críticos de 15 ppm e 13 ppm de B nas folhas imaturas do algodoeiro. Já em nosso meio, COSTA *et alii* (1976) encontraram, na 5ª folha da haste principal, teores críticos abaixo de 20 ppm, enquanto que SILVA *et alii* (1979) obtiveram teores variáveis de 10 a 39 ppm de B.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Dados de ambiente

3.1.1. Localização do ensaio

Os experimentos de campo foram instalados, na primeira série do estudo, no município de Leme (Sítio Bom Jesus) nos anos 1976/77 a 1978/79, e na segunda série, conduzidos novamente no município de Leme (Sítio Bom Jesus) e Santa Cruz da Conceição (Estância Wilma), nos anos de 1979/80 e 1981/82. Os referidos municípios paulistas apresentam, respectivamente, as seguintes coordenadas geográficas: 21°12' de latitude sul, 47°22' longitude oeste e altitude de 607 metros; 22°08' de latitude sul, 47°27' de longitude oeste e altitude de 635 metros acima do nível do mar.

3.1.2. Solo

Os experimentos foram instalados em solo clas-
sificado como Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa, de acor-
do com o Serviço Nacional de Pesquisa (1960) correspondendo ao
Latossolo Vermelho Amarelo álico, A moderado, textura média, re
levo suave ondulado, unidade Laranja Azeda, pelo Levantamento
Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo, quadrícula de
Araras (Oliveira *et alii*, 1982).

As principais características químicas desse so-
lo nas diferentes localidades são apresentadas nas Tabelas 1 e
2. As glebas em que se instalaram os ensaios vinham sendo cul-
tivadas com o algodoeiro há cerca de 10 anos, com o emprego de
calcário e adubações minerais normalmente usadas nesse tipo de
solo.

3.1.3. Clima

O clima dos municípios de Leme e Santa Cruz da
Conceição, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, is
to é, tropical de altitude, mesotérmico, com inverno seco e ve-
rão chuvoso.

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo, efetuada em amostra composta extraída na gleba experimental de Leme.

pH (H ₂ O)	M.O. %	μg/ml de TFSA		e.mg/100 ml de terra		
		P(H ₂ SO ₄ 0,05 N)	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
6,2	1,5	37	52	2,8	0,6	-

Tabela 2 - Resultado da análise química do solo, efetuada em amostra composta extraída na gleba experimental de Santa Cruz da Conceição.

pH (H ₂ O)	M.O. %	μg/ml de TFSA		e.mg/100 ml de terra		
		P(H ₂ SO ₄ 0,05 N)	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
6,2	2,0	31	70	2,5	0,5	-

Para a região de Leme e de Santa Cruz da Conceição, a precipitação pluvial anual média é de 1.335,0 mm e a temperatura média anual de 20,3°C, dados estes obtidos através de estimativas, segundo PINTO *et alii* (1972).

3.2. Delineamento experimental

Adotou-se o esquema de quadrado latino 7x7, sendo as parcelas experimentais constituídas de 4 linhas com 5 metros de comprimento cada, espaçadas entre si de 0,75 e 0,80 metros, considerando-se úteis apenas as duas linhas centrais. Duas marginais externas foram plantadas em cada lado e em toda a extensão do ensaio com bordaduras. Nas linhas de plantio foram deixadas, por ocasião do desbaste, 7 plantas por metro, em média, perfazendo cerca de 70 plantas na área útil do canteiro. Nas Tabelas 3 e 4, figuram os diferentes tratamentos estudados nas respectivas fases.

3.3. Modos de aplicação de adubos

A adubação básica de sementeira, tanto na primeira como na segunda fase do estudo, foi feita com as doses de 10-60-80 kg/ha, respectivamente de N, P_2O_5 , K_2O nas formas de sulfato de amônio (20 % de N), superfosfato triplo (45 % de P_2O_5) e cloreto de potássio (60 % de K_2O). Na adubação em cobertura

Tabela 3 - Tratamentos estudados, em esquema de quadrado latino 7x7, nos ensaios de Leme, em 1976/77, 1977/78 e 1978/79, referentes à primeira série do estudo.

Número trata- mento	Boro em cobertura ^{1/}	Boro em pulverização foliar ^{2/}					Total de Boro
		Dias após a emergência					
		15	30	50	60	80	
— kg/ha —		— kg/ha —					— kg/ha —
1	-	-	-	-	-	-	-
2	0,75	-	-	-	-	-	0,75
3	1,50	-	-	-	-	-	1,50
4	-	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,45
5	-	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,90
6	-	-	-	-	0,150	0,150	0,45
7	-	-	-	-	0,300	0,300	0,90

1/ Borax (11 % boro), aplicado a lanço, por ocasião da primeira cobertura nitrogenada, em mistura com sulfato de amônio, 30 dias após a emergência.

2/ Solubor (20,5 % boro).

Tabela 4 - Tratamentos estudados, em esquema de quadrado latino 7x7, nos ensaios de Leme, em 1979/80 e 1981/82 e Santa Cruz da Conceição, em 1979/80, 1980/81 e 1981/82, referentes à segunda série do estudo.

Número Trata- mento	Boro		Boro em pulverização foliar ^{3/}				Total de Boro
	Sulco ^{1/}	Cobertura ^{2/}	Dias após a emergência				
			45	60	70	80	
	kg/ha		kg/ha		kg/ha		kg/ha
1	-	-	-	-	-	-	-
2	0,75	-	-	-	-	-	0,75
3	1,50	-	-	-	-	-	1,50
4	0,75	0,75	-	-	-	-	1,50
5	-	1,50	-	-	-	-	1,50
6	1,00	-	0,125	0,125	0,125	0,125	1,50
7	0,75	-	0,188	0,188	0,188	0,188	1,50

1/ Borax (11 % boro), aplicado na sementeira.

2/ Borax (11 % boro), aplicado por ocasião da primeira cobertura nitrogenada, 30 dias após a emergência.

3/ Solubor (20,5 % boro).

aplicou-se um total de 60 kg/ha de N, parcelado em duas vezes , na forma de sulfato de amônio, aos 25-30 e 50-60 dias após a emergência das plântulas.

Na primeira série do estudo, por ocasião da primeira cobertura nitrogenada, foi aplicado o boro em mistura com sulfato de amônio, a lanço, nas quantidades respectivas de 0,75 e 1,50 kg/ha de B, para os tratamentos 2 e 3 (Tabela 3). A primeira pulverização foliar com solubor, foi feita aos 15 dias após a emergência das plântulas; seguiram-se as demais, aproximadamente aos 30, 50, 60, 80 e 100 dias de emergência, fornecendo 0,075 kg/ha e 0,150 kg/ha de B por vez, ou totais de 0,45 kg/ha e 0,90 kg/ha de B, respectivamente para cada tratamento (4 e 5). Já nos tratamentos 6 e 7 (doses respectivas de 0,150 e 0,300 kg/ha de B), as pulverizações foram em número de três, aproximadamente aos 60, 80 e 100 dias após a germinação, coincidindo com o pleno florescimento do algodoeiro. O tratamento 1, testemunha, só recebeu adubação básica de plantio (N , P_2O_5 e K_2O).

Na segunda série do estudo, Tabela 4, nos tratamentos 2 e 3, o total de boro foi aplicado em mistura com a adubação básica de plantio (N , P_2O_5 e K_2O). No tratamento 4, a aplicação foi parcelada em duas vezes, sendo que a metade da dose (0,75 kg/ha de B) foi aplicado no sulco de plantio e o restante em cobertura, à lanço aos 30 dias após a emergência, mistura

do com sulfato de amônio. As parcelas do tratamento 5, por sua vez, receberam toda a dose de 1,50 kg/ha de B em mistura com sulfato de amônio, na primeira cobertura.

Nos tratamentos 6 e 7 o boro foi aplicado nas doses respectivas 1,00 kg/ha e 0,75 kg/ha de B em mistura com adubação básica de plantio, no sulco; pulverizações foliares com solubor completaram o total de 1,50 kg/ha de B, e foram executadas aproximadamente aos 45, 60, 70 e 80 dias da emergência, nas dosagens de 0,125 kg/ha e 0,188 kg/ha de B, por vez, respectivamente para os tratamentos 6 e 7. O tratamento 1, constituiu-se em testemunha para adubação boratada recebendo somente a adubação básica de plantio (N , P_2O_5 e K_2O).

O adubo boratado fornecido por via foliar tanto na primeira fase de estudos (tratamentos 4, 5, 6 e 7) como na segunda fase (tratamentos 6 e 7), foi aplicado em mistura com solução de inseticidas. As aplicações foram efetuadas pela manhã, quando havia boa luminosidade na atmosfera, ocasião em que os estômatos normalmente apresentam maior abertura. É essa a parte do dia de menor incidência de ventos nas áreas onde foram instalados os ensaios possibilitando, dessa forma, uma aplicação bem localizada. Foram pulverizados 100 ml da solução por parcela experimental, utilizando-se pulverizador de precisão, com pressão em torno de 300 libras por polegada quadrada,

SCHMIDT e FERRAZ (1962). Empregou-se o bico X2 de baixo volume, em cone, distribuindo a solução na parte superior das plantas, visando as folhas novas do ápice, onde a atividade de absorção é maior. As quatro linhas de cada parcela foram assim tratadas, servindo as duas externas como bordaduras.

3.4. Semeadura, desbaste e cultivar

A semeadura foi efetuada no período compreendido entre 10 de outubro e 10 de novembro, dentro da época recomendada para a região, segundo RIGHI et alii (1965). Na semeadura distribuíram-se de 30 a 40 sementes de algodoeiro por metro de sulco, em linhas espaçadas em média de 0,78 m e a uma profundidade aproximada de 1 a 2 cm, tomando-se o cuidado de evitar o contato das sementes com o adubo. Entre 25 e 30 dias após a emergência, procedeu-se ao desbaste deixando aproximadamente 7 plantas por metro. Utilizou-se o cultivar IAC 17, obtido na Seção de Algodão do Instituto Agrônomo, de Campinas - S.P., através de resseleção genealógica na IAC-RM3, cujo lançamento se deu no ano de 1976, conforme GRIDI-PAPP (1976). O cultivar IAC 17 apresenta as seguintes características:

Características da planta:

- Espécie	- Algodão (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)
- Tipo de cultura	- Anual
- Ciclo	- 160 a 200 dias
- Porte	- 108 cm, em média no Estado de São Paulo
- Hábito de crescimento	- Indeterminado

Características das flores:

- Tipo de florescência	- Flor isolada
- Época de floração	- 60 a 180 dias após a germinação
- Cor da flor	- Creme claro
- Tipo de fecundação	- Autofecundação, podendo ocorrer até 50 % de cruzamento natural , através de insetos.

Características do fruto:

- Tipo	- Cápsula deiscente, loculicida
- Pubescência	- Normal
- Peso médio do algodão	- 6,75 gramas (em caroço) por capulho

Características das sementes:

- Forma - Normal
- Peso médio de 100 sementes - 12,08 gramas

Características da fibra:

- Rendimento - 39,32 %
- Comprimento Fibrógrafo
2,5 % - 26,62 mm
- Finura Micronaire - 4,34
- Resistência Pressley 1/8" - 21,23 g/Tex

Resistência às doenças:

- Resistente - Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum*)
- Tolerante - Ramulose (*Colletotrichum gosypii* v. *Cephalosporioides*)

O cultivar não é recomendado para propriedade onde nematóides venham causando prejuízo na produção.

- Produtividade média - 2.807 kg/ha

3.5. Cultivos e combate às pragas

As plantas daninhas foram controladas com a passagem do cultivador de cinco enxadinhas, tipo "Planet", cerca de quatro vezes durante o ciclo do algodoeiro, e com duas capinas manuais à enxada, nas linhas de plantio.

Adotou-se esquema preventivo de controle de pragas com pulverizações a baixo volume, em linhas individuais, de modo semelhante ao indicado por CALCAGNOLO (1965) e PASSOS (1977).

3.6. Colheita e preparo das amostras de folhas

No período de estudo, tanto na primeira como na segunda série, foram coletadas anualmente amostras de 5ª folha (só limbo), contada a partir do ápice da haste principal, na época do florescimento da planta (cerca de 80 dias de idade), em número de 30 folhas por parcela, de acordo com MELLO (1958), SILVA *et alii* (1971).

No laboratório da Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Instituto Agronômico, Campinas - S.P., as amostras foram lavadas com água destilada e detergente, secas em estufa de circulação forçada de ar, a 60-70°C, moidas e submetidas a determinação de boro pelo método da curcumina, segundo BATAGLIA *et alii* (1983).

3.7. Colheita das parcelas experimentais

Foram realizadas duas colheitas de algodão nas linhas úteis de cada parcela. Por ocasião da primeira apanha, em cada parcela experimental coletou-se no terço médio das plantas uma amostra de 40 capulhos destinada a estudos de laboratório. Seu peso, acrescentado ao das duas colheitas, representa a produção final em kg/10 metros. Multiplicando-se o valor obtido pelos fatores 1.333 e 1.250, tem-se as produtividades aproximadas em kg/ha de algodão em caroço, respectivamente para os ensaios de Leme (espaçamento de 0,75 metros) e para os ensaios de Santa Cruz da Conceição (espaçamento de 0,80 metros).

3.8. Preparo da amostra e estudos gerais

A amostra de 40 capulhos colhida por parcela, em cada ano-agrícola, foi secada em estufa, a 40°C, e submetida à determinação das características agronômicas e de fibra. Entre essas características são apresentadas e discutidas neste trabalho as seguintes:

Precocidade de colheita - calculada pela divisão do peso da primeira colheita pela colheita total de algodão em caroço, expressa percentualmente.

Peso do capulho - peso médio, em gramas, de 1 capulho, determinado a partir do peso total da amostra.

Comprimento da fibra - valor médio, em milímetros, do comprimento 2,5 % obtido no fibrógrafo modelo 430, a partir de cinco determinações feitas em cada amostra, no laboratório da Seção de Tecnologia de Fibras do Instituto Agronômico.

Resultados de outras características do algodão e da fibra como peso de 100 sementes, porcentagem de fibra, uniformidade do comprimento, tenacidade (pressley 1/8"), índice de finura (micronaire) e maturidade não são discutidos em virtude das pequenas variações observadas.

3.9. Análise estatística

As análises individuais da variância dos dados de produção, dos valores da análise foliar e das outras características estudadas, obtidas anualmente, foram efetuadas segundo o esquema de quadrado latino 7x7. Efetuaram-se, também, análise conjunta dos dados obtidos, tanto na primeira como na segunda série do estudo, para todas as características. Para comparações entre as médias de tratamentos, adotou-se o Teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade, calculado segundo PIMENTEL GOMES (1978).

3.10. Determinação do boro no solo pelo método biológico do girassol (*Helianthus annuus*, L.).

A técnica de vasos e as medições adotadas para avaliar a disponibilidade de boro no solo, feita através do máximo desenvolvimento das plantas de girassol numa pequena quantidade de terra, foram desenvolvidas por SCHUSTER e STEPHENSON (1940), COLWELL (1943) e BRASIL SOBRINHO (1965). Este último autor empregou o método biológico do girassol descrito por COLWELL (1943), introduzindo-lhe algumas modificações a saber:

a. Substituição da solução nutritiva de micronutrientes utilizada por Colwell, pela HOAGLAND e ARNON (1950), por ser mais completa, já que contém também o molibdênio;

b. Substituição da solução de tartarato de ferro por Fe-EDTA;

c. Emprego dos dados de altura e matéria seca das plantas.

3.10.1. Amostragem e preparo da amostra de solo

Foram coletadas amostras de 20 kg de terra em áreas próximas aos locais dos ensaios de campo, tanto no município de Leme como no de Santa Cruz da Conceição, pelo sistema de amostragem composta, a profundidade de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm designadas, respectivamente como "solo" e "subsolo". As amostras, no laboratório, foram secas ao ar, passadas em peneiras com malha de abertura de 2 mm, homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos para uso posterior.

As principais características químicas desses solos são apresentadas na Tabela 5.

3.10.2. Recipiente

Utilizaram-se latas com capacidade de 0,5 litro, que foram limpas e revestidas internamente com saquinhos plásticos, recebendo 0,5 litro de TFSA de amostra de solo correspondente.

Tabela 5 - Resultados de análises químicas de amostras de solo e subsolo, retiradas em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm) nos municípios de Leme e Santa Cruz da Conceição, no Estado de São Paulo.

Local	Profun- didade	P (resina)	M.O.	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	S	T	V	B *
	— cm—	µg/cm ³	%	(CaCl ₂)	—	—	—	meq/100 cm ³ de solo	—	—	%	ppm
Leme	0-20	19	2,8	4,20	0,23	1,1	0,2	2,2	1,53	3,73	41,02	0,12
Leme	20-40	2	1,5	4,00	0,19	1,1	0,2	2,2	1,49	3,69	40,38	0,21
Santa Cruz da Concei- ção	0-20	26	2,2	4,70	0,32	2,4	0,4	1,7	3,12	4,82	64,73	0,09
Santa Cruz da Concei- ção	20-40	2	1,6	4,00	0,19	0,6	0,2	2,2	0,99	3,19	31,03	0,13

* O extrator utilizado para o Boro foi a solução de água fervente.

3.10.3. Cultivar

Utilizou-se o cultivar Uruguai, proveniente da Seção de Oleaginosas do Instituto Agrônômico - Campinas, S.P. , a qual apresenta sementes listradas.

3.10.4. Técnica experimental

Após receberem 0,5 litros de terra, os vasos foram umedecidos e, após 24 horas, 10 sementes foram distribuídas de modo uniforme sobre o solo e parcialmente enterradas. Através de irrigações periódicas manteve-se a umidade em níveis adequados. No sétimo dia foi realizado o desbaste, reduzindo-se para cinco o número de plantas por vaso. À medida que as plantas iam se desenvolvendo, tornaram-se necessárias adições diárias de água destilada, já que as plantas de girassol absorvem grandes quantidades da mesma. Até o desbaste os vasos receberam , uma vez a cada dois dias, 10 ml de solução nutritiva acrescida de solução de micronutrientes de HOAGLAND e ARNON (1950), fornecendo boro em doses variáveis de acordo com o tratamento. Findo esse período, passou-se a adicionar doses variáveis de 20 a 50 ml da solução nutritiva sem boro, em dias alternados, até o final do ciclo, conforme o desenvolvimento das plantas. A composição da solução nutritiva completa menos boro é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição da solução nutritiva contendo todos os nutrientes, exceto o boro.

Sal	Solução estoque	ml/litro de solução nutritiva
KH_2PO_4	1,0 M	5
K_2HPO_4	0,2 M	5
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,0 M	7
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,0 M	7
NaNO_3	1,0 M	7

Solução para micronutriente (-B) g/l

$\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,81	}	1
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,22		
$\text{CuSO}_4 \cdot \text{SH}_2\text{O}$	0,08		
$\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,02		
Fe-EDTA (490 ppm)			2

Essa solução de micronutrientes contém 0,50 ppm de Mn, 0,05 ppm de Zn, 0,01 ppm de Mo e 0,98 ppm de Fe.

Além da solução nutritiva as amostras de terra coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm (solo) e de 20 a 40 cm (subsolo), receberam doses crescentes de boro, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Quantidades de boro adicionadas à coleção de padrões e aos vasos contendo solos e subsolo.

Trata- mento	ppm de boro	ml solução contendo boro			
		Dia do desbaste	dias após o desbaste		
			5	10	15
		ml			
1	0,00	-	-	-	-
2	0,10	10	-	-	-
3	0,20	10	10	-	-
4	0,30	10	10	10	-
5	0,40	10	10	10	10
6	0,50	10	10	10	20
7	0,60	10	10	20	20
8	1,00	10	20	30	40

3.10.5. Coleção de padrões

Foi feita uma coleção de padrões em areia lavada (granulometria maior de 2 mm) ao lado dos vasos contendo solos, cultivando-se girassol com a finalidade de se calibrar os resultados obtidos no tipo de solo estudado.

A areia foi lavada com HCl, a 30 %, durante 48 horas e depois com água destilada até perder todo o cloro. A coleção de padrões recebeu os mesmos tratamentos dispensados aos vasos contendo solo, conforme Tabela 6.

A solução contendo boro foi preparada dissolvendo-se 0,853 g de ácido bórico em 1 litro de água destilada. Diluiu-se até a obtenção da solução de trabalho, com a concentração de 5 ppm de boro.

3.10.6. Medições das plantas

3.10.6.1. Altura das plantas e peso da matéria seca

Foram efetuadas medições individuais das plan - tas de girassol a partir do colo, aproximadamente aos 20, 30, 40 e 60 dias da emergência. Após a última medição de altura , as plantas foram colhidas e secas em estufa a 70-80⁰C, para dede

terminação da matéria seca e posteriores análises estatísticas. Os resultados da matéria seca não são apresentados e nem discutidos devido a pouca variação observada.

3.10.7. Desenvolvimento do ensaio

As amostras de terra retiradas nas profundidades de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, foram colocadas nos vasos e devidamente umedecidas; após decorridas 24 horas, fez-se a semeadura, repetindo-se 4 vezes cada tratamento. Concomitantemente foi instalada a coleção de padrões, conforme Tabelas 6 e 7.

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação instalada nas dependências do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo.

3.10.8. Análise estatística

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados, contendo 8 tratamentos (Tabela 7) e 4 repetições.

Nas análises estatísticas foram utilizadas as médias das 5 plantas de cada vaso, tanto para altura quanto para

peso de matéria seca. As comparações entre as médias de tratamentos foram feitas pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade, calculado segundo PIMENTEL GOMES (1978).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Resultados de produção

4.1.1. Resultados de produção da primeira série do estudo

Na Tabela 8 são apresentados os resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha), obtidos nos ensaios conduzidos em Leme, no período de 1976/77 a 1978/79, bem como os resultados das análises estatísticas individuais e conjunta. Nesta etapa, o boro foi aplicado em cobertura por ocasião do desbaste, em pulverização a partir do 15º dia de idade das plantas e em pulverização durante o florescimento.

Na média dos três anos agrícolas, verificou-se que todos os tratamentos estudados, exceto o de número 6, proporcionaram acréscimos significativos de produção quando comparados com a testemunha. Excetuando-se também o tratamento 6,

Tabela 8 - Resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha) e de análises de variância obtidos na primeira série do estudo, em ensaios conduzidos no município de Leme, Estado de São Paulo.

Nº	Tratamentos	1976/77	1977/78	1978/79	Média
	kg/ha		kg/ha		
1	Testemunha	2118 b ^{2/}	1586 bc	2465 b	2056 c
2	0,75, em cobertura, após desbaste	2569ab	1573 bc	3199a	2447ab
3	1,50, em cobertura, após desbaste	2750a	1769ab	3127a	2549a
4	6 x 0,075, em pulverizações foliares após 15º dia 1/	2311ab	1649abc	3107a	2356ab
5	6 x 0,150, em pulverizações foliares após 15º dia 1/	2391ab	1672abc	3245a	2436ab
6	3 x 0,150, em pulverizações foliares no florescimento 1/	2501ab	1524 c	2729ab	2251 bc
7	3 x 0,300, em pulverizações foliares no florescimento 1/	2371ab	1858a	3049a	2426ab
Média		2430	2661	1988	2361
C.V. (%)		16,8	12,2	14,6	15,4
F-tratamento		1,76	2,36	3,00*	4,17**

1/ Intervalo de $\pm$ 15 dias entre aplicações sucessivas.

2/ Letras iguais indicam ausência de diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade, pelo Teste de Duncan.

todos aqueles que forneceram boro de alguma forma não diferiram do tratamento 3, o de máxima produtividade em números absolutos.

A aplicação de 0,75 kg/ha de B em cobertura (tratamento 2), proporcionou acréscimo médio de 391 kg/ha de algodão em caroço, próximo do aumento devido à dose máxima (tratamento 3), de 493 kg/ha, o que indica tendência para reação de natureza quadrática.

SEDBERRY *et alii* (1969), aplicando 1,1 kg/ha de B através da água de irrigação, após a emergência das plântulas, obtiveram um aumento médio de 460 kg/ha, muito próximo dos aqui observados. Já ANDERSON e BOSWELL (1968) utilizando doses variáveis de 0,45 a 0,89 kg/ha de B, aplicadas em cobertura 20 a 30 dias após a emergência das plântulas, conseguiram acréscimo bem menor, de 150 kg/ha; fato semelhante é relatado por COLEMAN (1945) que empregou 1,2 kg/ha de B a lanco sobre o solo.

Quanto ao modo de aplicação por via foliar, nota-se pela pequena diferença entre os níveis de produtividade das plantas proporcionados pelos tratamentos 4 e 5, que a concentração da solução de boro aparentemente não tem importância contanto que as pulverizações sejam efetuadas desde o início do crescimento do algodoeiro. No entanto, quando as aplicações se iniciam mais tarde, ou seja, a partir do florescimento, é conve

niente utilizar soluções de boro mais concentradas, conforme demonstra a comparação entre os tratamentos 7 e 6.

Ainda no caso de pulverização foliar durante o florescimento, observa-se que o tratamento 7, fornecedor de 0,90 kg/ha de B, proporcionou aumento médio de 370 kg/ha de algodão em caroço, que muito se aproxima daquele obtido por SMITHSON (1972) que, ao aplicar 1,4 kg/ha de B, em cinco pulverizações a intervalos semanais, no florescimento, obteve acréscimo de 436 kg/ha.

O efeito da interação tratamento x anos não se mostrou significativo estatisticamente, na análise conjunta. Nas análises individuais, a aplicação da dose máxima em cobertura, de 1,5 kg/ha de B (tratamento 3), sempre esteve entre os tratamentos de mais alta produtividade. Estatisticamente, no entanto, nunca diferiu da dose intermediária 0,75 kg/ha de B (tratamento 2), embora frequentemente tenha suplantado a testemunha. Os tratamentos 4 e 5, que forneceram boro em pulverizações foliares a partir do 15º dia, situaram-se sempre entre a testemunha e o modo de aplicação em cobertura, demonstrando bom desempenho no geral. Já o comportamento da pulverização foliar durante o florescimento, foi bem mais irregular chegando em determinado ano (1977/78) a produzir tão pouco quanto a testemunha, quando em baixa concentração, de 0,15 kg/ha de B por

aplicação (tratamento 6). Nesse sentido SILVA *et alii* (1979) e KEOG e MAPLES (1969) demonstraram que fornecendo muito cedo o boro, mesmo que em baixas concentrações, pode-se satisfazer a necessidade precoce do algodoeiro.

Por fim, deve-se destacar que o maior efeito da adubação com boro coincidiu com o ano de mais alta produtividade das plantas (1978/79), o que comprova fato observado por SINGH *et alii* (1970), trabalhando com algodoeiro irrigado na Índia.

4.1.2. Precocidade de colheita

Na Tabela 9, encontram-se os resultados médios dos dados de precocidade obtidos nos ensaios de Leme, conduzidos no período de 1976/77 a 1978/79. Pela sua análise observa-se que, embora não se tenha obtido diferença significativa entre os tratamentos estudados, há uma tendência para aumento do volume relativo da primeira colheita do algodão com a aplicação de boro. ANDERSON e BOSWELL (1968), cedendo boro a lanço, em cobertura, também notaram que o ciclo do algodoeiro tende a diminuir com a correção da deficiência de boro.

Tabela 9 - Resultados médios da precocidade de colheita (%), do peso de 1 capulho (g) e do comprimento da fibra 2,5 % (mm) e dados de análises de variância obtidos na primeira série do estudo, no município de Leme, Estado de São Paulo, nos anos de 1976/77, 1977/78 e 1978/79.

Nº	Tratamentos	Precocidade 2/ de colheita		Peso de 1 capulho		Comprimento da fibra 2,5 %	
		kg/ha	%	g	mm		
1	Testemunha		80,9a ^{3/}	6,28ab	25,63 b		
2	0,75, em cobertura após desbaste		84,1a	6,41ab	25,87ab		
3	1,50, em cobertura após desbaste		83,4a	6,47a	26,12a		
4	6 x 0,075, em pulverizações foliares após 15º dia de emergência 1/		81,5a	6,30ab	25,58 b		
5	6 x 0,150, em pulverizações foliares após 15º dia de emergência 1/		85,1a	6,27ab	25,50 b		
6	3 x 0,150, em pulverizações foliares no florescimento 1/		82,3a	6,19 b	25,77ab		
7	3 x 0,300, em pulverizações foliares no florescimento 1/		81,4a	6,31ab	26,06a		
Média			82,7	6,32	25,79		
C.V. (%)			5,0	5,5	2,3		
F - tratamento			0,74	1,31	3,23*		

1/ Intervalo de $\pm$ 15 dias entre aplicações sucessivas.

2/ Calculada pela relação primeira colheita/colheita total, dada em porcentagem.

3/ Letras iguais indicam ausência de diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade, pelo Teste de Duncan.

4.1.3. Peso de 1 capulho

Na Tabela 9 encontram-se os resultados médios dos dados de peso de 1 capulho obtidos nos ensaios de Leme, conduzido no período de 1976/77 a 1978/79. Verifica-se, pela sua análise, uma tendência para aumento do peso médio de 1 capulho com a aplicação de boro em cobertura do solo, conforme tratamentos 2 e 3. ANDERSON e BOSWELL (1968) que estudaram esse modo de aplicação não relatam resultados sobre essa característica.

As pulverizações foliares efetuadas a partir do 15º dia (tratamentos 4 e 5), situaram-se no geral entre a testemunha e a dose intermediária aplicada em cobertura (tratamento 2). Já as pulverizações foliares feitas tardiamente, em concentração menor (tratamento 6), conduziram ao menor peso médio de capulho, estatisticamente diferente daquele obtido na dose máxima da adubação boratada em cobertura (tratamento 3). Nos trabalhos experimentais consultados não foram encontrados resultados sobre influência de pulverizações na referida característica da planta.

4.1.4. Comprimento da fibra

Na Tabela 9, encontram-se os resultados médios dos dados de comprimento da fibra obtidos nos ensaios de Leme, conduzidos no período de 1976/77 a 1978/79. Pela sua análise observa-se que as aplicações máximas de boro, efetuadas em cobertura ou em pulverização foliar durante o florescimento, proporcionaram acréscimos significativos sobre a testemunha, sem boro. Na literatura, não existem referências a respeito.

4.1.5. Análise foliar de boro

Na Figura 1, é apresentada uma análise comparativa entre produções de algodão e concentrações de boro obtidas no limbo foliar. Os histogramas, no caso, representam as médias de produção obtidas por tratamento nos três anos agrícolas, enquanto as médias do teor de boro no limbo estão plotadas na linha contínua.

Pela sua análise, observa-se em primeiro lugar que, independentemente do modo de aplicação de boro, a concentração do micronutriente na folha tende a crescer com a dose aplicada, assim como a produtividade das plantas. No entanto, as mais altas concentrações na folha, que estão relacionadas

Figura 1 - Confronto entre dados de produção de algodão em caroço (histograma) e resultados de análises de boro no limbo foliar (linha contínua) obtidos na primeira série do estudo, no município de Leme, Estado de São Paulo, no período de 1976/77 a 1978/79. Letras semelhantes indicam tratamentos que não diferem entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

com as pulverizações foliares de boro, nem sempre coincidem com os maiores índices de produtividade.

Destaque especial merece a pulverização concentrada efetuada tardiamente, durante o florescimento (tratamento 7), que conduziu a um altíssimo nível de concentração de boro no limbo foliar, enquanto a produção permaneceu em faixa mediana. Tal fato pode ser atribuído à baixa mobilidade do boro quando aplicado por via foliar (OERTLI e RICHARDSON, 1970). Por essa razão, costuma-se recomendar que as pulverizações foliares sejam realizadas periodicamente visando aumentar a eficiência da prática (HINKLE e BROWN, 1968). HEATHCOTE e SMITHSON (1974), entretanto, chamam a atenção para o fato de que pulverizações foliares precoces podem ser mais onerosas por não acompanharem a aplicação obrigatória de inseticidas. Em nosso meio, isso ocorre toda vez que se utiliza semente tratada com pesticidas, o que possibilita conduzir a cultura sem a aplicação de inseticidas por 40-50 dias da germinação.

Por sua vez, o boro aplicado por ocasião do desbaste via solo (tratamentos 2 e 3), é absorvido relativamente cedo e se desloca prontamente pelos vasos do xilema, devido ao fluxo unidirecional da corrente transpiratória, da base para o ápice das plantas, atingindo assim todos os setores de crescimento (OERTLI e RICHARDSON, 1970), nutrindo o algodoeiro de for

ma mais adequada, o que resultaria em maior produtividade final. Talvez as aplicações precoces de boro via foliar (tratamentos 4 e 5) tenham superado levemente as pulverizações tardias (tratamentos 6 e 7), mais em função de fornecerem o micronutriente durante o desenvolvimento inicial das plantas (desde o 15º dia). Nesse sentido, KEOGH e MAPLES (1969) sugerem que a aplicação deva ser feita o mais cedo possível para evitar deficiências precoces.

4.2. Resultados de produção da segunda série do estudo

Na Tabela 10 são apresentados os resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha), obtidos nos ensaios conduzidos em Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82 e em Santa Cruz da Conceição no período de 1979/80 a 1981/82, bem como os resultados das análises estatísticas individuais e conjunta. Nesta etapa, o boro foi fornecido das seguintes formas: no sulco de semeadura, em diferentes doses; parcelado, no sulco de semeadura mais cobertura após desbaste; em cobertura após desbaste, e em combinação parte no sulco de semeadura e parte em pulverização, no florescimento.

Na média dos anos agrícolas, verificou-se que todos os tratamentos estudados diferiram estatisticamente da testemunha, sem boro. A aplicação de 0,75 kg/ha de B no sulco de

Tabela 10 - Resultados médios de produção de algodão em caroço (kg/ha) e de análise da variância obtidos na segunda série do estudo, em ensaios conduzidos nos municípios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82, e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80, 1980/81 e 1981/82.

Nº	Tratamentos	Leme			Santa Cruz da Conceição			Média
		1979/80	1981/82	1981/82	1979/80	1980/81	1981/82	
		kg/ha			kg/ha			kg/ha
1	Testemunha	3218a <u>2/</u>	2382 b		2188 c	4664 b	4130 b	3317 b
2	0,75, no sulco de semeadura	3447a	2738a		2849 b	5186a	4364ab	3717a
3	1,50, no sulco de semeadura	3542a	2795a		2986ab	5408a	4633a	3873a
4	0,75, no sulco de semeadura mais 0,75 em cobertura após desbaste	3667a	2711ab		3164ab	5426a	4668a	3928a
5.	1,50, em cobertura após desbaste	3354a	2566ab		3280a	5351a	4600a	3811a
6	1,00, no sulco de semeadura mais 4 pulverizações foliares de 0,125 1/	3591a	2505ab		3204ab	5355a	4586ab	3848a
7	0,75, no sulco de semeadura mais 4 pulverizações foliares de 0,188 1/	3466a	2618ab		3086ab	5199a	4663a	3807a
Média		3470	2603		2966	5227	4521	3758
C.V. (%)		10,6	10,9		10,1	8,3	8,8	9,6
F - tratamento		0,79	2,08		10,78**	2,65	1,78	10,85**

1/ Intervalo de $\pm$ 15 dias entre aplicações sucessivas.

2/ Letras iguais indicam ausência de diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan.

semeação (tratamento 2), proporcionou acréscimo médio de 400 kg/ha de algodão em caroço, próximo do aumento devido à dose máxima (tratamento 3), de 556 kg/ha, o que indica tendência para reação de natureza quadrática, como observado na primeira série do estudo, para doses de boro em cobertura. Confirmam-se também, resultados obtidos com a aplicação de boro no sulco de semeadura em diversos trabalhos. WEAR (1957), por exemplo, aplicando 0,63 kg/ha de B conseguiu aumento médio da ordem de 152 kg/ha, enquanto que FRITZ (1971) usando dose de 0,71 kg/ha de B, obteve acréscimo 488 kg/ha, mais próximo dos aqui relatados. Já, SILVA et alii (1982), utilizando doses variáveis de 0,5 a 2,00 kg/ha de B, CARVALHO (1980) com doses 0,75 a 2,25 kg/ha de B e Long, citado por HINKLE E BROWN (1968), com 0,56 kg/ha de B, obtiveram aumentos variáveis de 540 a 1.390 kg/ha de algodão em caroço, superiores em média aos aqui relatados.

Com a máxima adubação boratada aplicada em cobertura após o desbaste (tratamento 5), obteve-se acréscimo de produtividade (494 kg/ha) um pouco inferior àquele devido à mesma dose aplicada no sulco de semeadura (tratamento 3) que, no entanto, não diferiram estatisticamente entre si. ANDERSON e BOSWELL (1968), utilizando doses variáveis de 0,45 a 0,89 kg/ha de B, aplicadas em cobertura conseguiram acréscimo médio de apenas 150 kg/ha; fato semelhante é relatado por COLEMAN (1945) que empregou 1,2 kg/ha de B a lanço sobre o solo.

Na aplicação parcelada de boro, parte sendo fornecida no sulco de semeadura e parte em cobertura após o desbaste (tratamento 4), obteve-se o maior acréscimo absoluto na produtividade, em média de 611 kg/ha de algodão em caroço que, no entanto, não diferiu dos aumentos devidos aos demais tratamentos contendo boro. Já os tratamentos que receberam outra adubação combinada, parte no sulco de semeadura e parte em pulverização (tratamentos 6 e 7) proporcionaram pequenos decréscimos no nível de produtividade das plantas, quando comparados ao tratamento 3, não significativos estatisticamente, no entanto. KEOGH e MAPLES (1969) fornecendo boro no sulco de plantio (1,1 kg/ha de B), em pulverizações semanais (oito de 0,11 kg/ha de B cada) e parceladamente, parte no sulco de plantio (0,57 kg/ha de B) e parte em pulverizações foliares (três de 0,11 kg/ha de B cada), obtiveram aumentos sobre a produtividade da testemunha variáveis de 101 a 325 kg/ha de algodão em caroço e pouca diferença entre modos de aplicação. HEATHCOTE e SMITHSON (1974), por sua vez, aplicando doses variáveis de 0,33 a 1,30 kg/ha de B, não observaram diferenças significativas entre aplicações no sulco de plantio, em pulverização foliar, ou em ambas as formas combinadas. Também, MURPHY e LANCASTER (1971) demonstraram que a aplicação a lanço (1,14 kg/ha de B) sobre o solo é tão efetiva quanto à aplicação no sulco (0,29 a 1,14 kg/ha de B), e que a pulverização foliar semanal (cinco de 0,1 kg/ha de B) foi tão eficiente quanto demais métodos, não havendo entretanto vantagem em combinar aplicação no solo com pulverização foliar.

O efeito da interação tratamentos x anos não se mostrou significativo, na análise conjunta. Nas análises individuais, verificou-se que a aplicação parcelada de 0,75 kg/ha de B no sulco de semeadura mais 0,75 kg/ha em cobertura após desbaste (tratamento 4), sempre esteve entre os tratamentos de mais alta produtividade, embora nos ensaios conduzidos em Leme não tenha diferido estatisticamente da testemunha. Da mesma forma, boro aplicado na dose máxima no sulco de semeadura, sempre superou a testemunha exceto no ensaio de Leme, 1979/80.

Já, a aplicação da dose máxima em cobertura após desbaste (tratamento 5), não diferiu estatisticamente da testemunha nos dois ensaios conduzidos em Leme. Na combinação de métodos de aplicação (tratamentos 6 e 7), observou-se que cedendo parte da dose de boro no sulco de semeadura e o restante em pulverização, somente em dois ensaios os respectivos tratamentos superaram estatisticamente a testemunha.

4.2.1. Precocidade de colheita

Na Tabela 11, encontram-se os resultados médios dos dados de precocidade de colheita obtidos nos ensaios de Leme, nos anos 1979/80 e 1981/82 e, em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80 a 1981/82. Embora não se tenha obtido diferença significativa entre os tratamentos estudados, observou-se

Tabela 11 - Resultados médios da precocidade de colheita (%), do peso de 1 capulho (g) e do comprimento da fibra 2,5 % (mm) e dados de análises de variância obtidos na segunda série do estudo, em ensaios conduzidos nos municípios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82, e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80, 1980/81 e 1981/82.

Nº	Tratamentos	Precocidade de colheita		Peso de 1 capulho	Comprimento da folha 2,5 %
		2/	3/		
kg/ha					
%					
g					
mm					
1	Testemunha	90,5a	3/	7,19a	26,69a
2	0,75, no sulco de semeadão	91,8a		7,27a	26,79a
3	1,50, no sulco de semeadão	92,7a		7,36a	27,04a
4	0,75, no sulco de semeadão mais 0,75 em cobertura após desbaste	93,1a		7,19a	26,82a
5	1,50, em cobertura após desbaste	92,7a		7,25a	26,90a
6	1,00, no sulco de semeadão mais 4 pulverizações foliares de 0,125 l/	92,8a		7,34a	26,96a
7	0,75, no sulco de semeadão mais 4 pulverizações foliares de 0,188 l/	92,1a		7,18a	26,95a
Média		92,3		7,26	26,87
C.V. (%)		4,2		4,6	2,1
F - tratamento		1,09		0,03	1,87

1/ Intervalo de $\pm$ 15 dias entre aplicações sucessivas.

2/ Calculada pela relação primeira colheita/colheita total, dada em porcentagem.

3/ Letras iguais indicam ausência de diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade, pelo Teste de Duncan.

tendência semelhante àquela citada na primeira fase do estudo, ou seja para aumento do volume relativo da primeira colheita com a aplicação de boro, e confirma-se resultado obtido por SILVA *et alii* (1982), aplicando boro no sulco de semeadura.

4.2.2. Peso de 1 capulho

Na Tabela 11, encontram-se os resultados médios dos dados de peso de 1 capulho obtidos nos ensaios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82 e em Santa Cruz da Conceição no período de 1979/80 a 1981/82. Como no estudo da precocidade de colheita, repetiu-se aqui a tendência para aumento do peso médio de 1 capulho com a adubação boratada. Fato semelhante foi observado na primeira fase do presente estudo, confirmando dados de COLEMAN (1945), CARVALHO (1980) e SILVA *et alii* (1982), que aplicaram boro no sulco de semeadura. ANDERSON e BOSWELL (1968), utilizando boro em cobertura, não relataram resultados sobre essa característica. Nenhuma informação nesse sentido se obteve, também, nos trabalhos com adubação foliar.

4.2.3. Comprimento da fibra

Na Tabela 11, encontram-se os resultados médios dos dados do comprimento da fibra obtidos nos ensaios de Leme, nos anos 1979/80 e 1981/82 e em Santa Cruz da Conceição no período de 1979/80 a 1981/82. Pela sua análise observa-se que, em

bora não se tenha obtido diferença significativa entre os tratamentos estudados, há uma certa tendência para o aumento do comprimento da fibra com a adubação boratada no sulco de semeadura, confirmando resultado significativo observado na primeira série do presente estudo, quando se aplicou boro em cobertura e dados de CARVALHO (1980), com adubação no plantio.

4.2.4. Análise foliar de boro

Na Figura 2, é apresentada uma análise comparativa entre produções de algodão e concentrações de boro no limbo foliar. As médias de produção estão representadas no histograma, enquanto as concentrações médias de boro no limbo encontram-se na linha contínua. Pela sua análise, observa-se que a con-centração do micronutriente na folha tende a crescer com a dose aplicada, em especial quando cedido por via foliar, como na primeira série do estudo. Naquela etapa, entretanto, as produções nem sempre acompanharam o crescimento da concentração de boro no limbo foliar, tendo em vista a pouca mobilidade do boro quando fornecido por via foliar, conforme já tratado. Nesta segunda série, o nível de produtividade proporcionado pela aplicação combinada (sulco de semeadura mais foliar) foi alto, não diferindo estatisticamente dos melhores tratamentos, mais em função da adubação básica de plantio (1,0 kg/ha de B, no tratamento 6 e 0,75 kg/ha, no tratamento 7) do que propriamente pelo uso da adubação foliar.

Figura 2 - Confronto entre dados de produção de algodão em caroço (histograma) e resultados de análises de boro no limbo foliar (linha contínua) obtidos na segunda série do estudo, nos municípios de Leme, nos anos de 1979/80 e 1981/82 e em Santa Cruz da Conceição, no período de 1979/80 a 1981/82. Letras semelhantes indicam tratamentos que não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

O parcelamento da adubação no solo, metade no sulco e metade em cobertura (tratamento 4), proporcionou um certo ganho na produtividade (tratamento 4 x tratamento 3), embora a concentração de boro na folha tenha sido praticamente a mesma. Já, com a aplicação parcelada no sulco de semeadura e aplicação foliar (tratamentos 6 e 7), o teor de boro na folha cresceu significativamente enquanto ocorria um certo decréscimo na produtividade em relação à máxima adubação de plantio (tratamento 3). Confirma-se assim a indicação de que o boro fornecido ao solo, em cobertura, mostra-se mais eficiente do que por via foliar, como na primeira fase do estudo.

Por outro lado, quando toda a adubação é fornecida em cobertura no solo por ocasião do desbaste (tratamento 5), há um leve aumento na concentração de boro na folha, mas a produtividade em relação ao tratamento 3 sofre um decréscimo, a semelhança do que ocorreu com a aplicação foliar. Nesse sentido, KEOGH e MAPLES (1969), mesmo não definindo o melhor método para a aplicação de boro, sugerem o fornecimento deste através do sulco de plantio, para prevenir deficiência precoce no algodoeiro.

Quanto à análise foliar, verifica-se que na primeira série o nível de boro na folha observado na parcela testemunha é 15,4 ppm de B, (Figura 1) valor próximo ao nível crítico

encontrado por Lancaster (1965) e Miley (1966) citados por HINKLE e BROWN (1968) e COSTA et alii (1976). Já na segunda série do estudo, (Figura 2) o índice obtido para a testemunha foi bem mais elevado (40,4 ppm de B) que, no entanto, se aproxima muito dos obtidos por SILVA et alii (1979).

Nas parcelas testemunhas, tanto na primeira como na segunda série de estudo, foram observados em algumas plantas sintomas de deficiência de boro, como excessivo crescimento, ciclo mais longo e pouca carga; superbrotamento associado a internódios curtos e ponteiros cloróticos com folhas novas enrugadas; pecíolos com anéis concêntricos de cor verde-escura, com correspondentes engrossamentos do tecido, pilosidade mais intensa e necrose interna da medula; flores anormais com excessiva queda; frutos e botões florais apresentando necrose interna na base. Essas anomalias são semelhantes às aquelas descritas por SILVA et alii (1979) e CARVALHO (1980).

4.3. Resultado da determinação de boro no solo pelo método biológico do girassol (*Helianthus annuus*, L.)

4.3.1. Altura das plantas

Os dados médios de altura de plantas, correspondentes a coleção de padrões em areia lavada e ao substratos de solo e de subsolo de Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média, colhidos respectivamente a profundidade 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, nos municípios de Santa Cruz da Conceição e Leme, são apresentados nas Tabelas 12 e 13. As respectivas equações de regressão quadráticas entre altura de plantas e doses de boro (ppm) e os valores dos coeficientes de determinação (R^2) correspondentes, estão na Tabela 14.

Na Figura 3, vê-se o efeito na altura das plantas de girassol, de doses crescentes de boro (ppm), na coleção de padrões em areia lavada, solo Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média retirado de duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), em Leme e Santa Cruz da Conceição.

Nas Figuras 4 e 5 vêem-se as representações gráficas das equações de regressão quadráticas entre altura média das plantas e doses crescentes de boro (ppm) nos referidos substratos.

Tabela 12 - Resultados de análise da variância de altura média (cm) determinada aos 60 dias de idade do girassol cultivado com diferentes doses de boro em areia lavada e em substrato colhido a profundidade de 0 a 20 cm, em Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média de Santa Cruz da Conceição e Leme.

Substrato	Local	Tratamentos - ppm boro							
		0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00
Areia Lavada		cm							
		15,92e $\frac{1}{-}$ d.m.s.= 8,83	32,88d	44,10c CV = 7,6 %	54,60b F = 85,72**	58,25ab	63,40ab	65,85a	58,85ab
Solo	Santa Cruz da Conceição	39,80d $\frac{1}{-}$ d.m.s.= 7,18	56,45c	68,25b CV = 4,5 %	75,60a F = 72,24**	76,35a	75,95a	75,10ab	68,40b
Solo	Leme	48,75c $\frac{1}{-}$ d.m.s.= 10,25	57,80abc	66,80a CV = 7,2 %	65,65a F = 8,92**	63,05a	62,85a	62,00ab	52,20bc

^{1/} Letras iguais na mesma linha, indicam ausência de diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Tabela 13 - Resultados de análises de variância de altura média (cm) determinada aos 60 dias de idade do girassol cultivado com diferentes doses de boro em areia lavada e em substrato colhido a profundidade de 20 a 40 cm, Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado textura média de Santa Cruz da Coqueição e Leme.

Substrato	Local	Tratamentos - ppm boro							
		0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	1,00
Areia Lavada		15,92e d.m.s. = 8,83	1/ 32,88d	44,10c CV = 7,6 %	54,60b	58,25ab F = 85,72**	63,40ab	65,85a	58,85ab
Subsolo	Santa Cruz da Conceição	35,50e d.m.s. = 7,61	1/ 52,60d	68,50bc CV = 4,9 %	76,00ab	77,10a F = 84,80**	76,35a	74,75ab	64,05c
Subsolo	Leme	45,60d d.m.s. = 7,08	1/ 60,65c	68,65ab CV = 4,6 %	71,10a	69,70ab F = 30,94**	68,75ab	66,55abc	63,65bc

1/ Letras iguais na mesma linha, indicam ausência de diferenças significativas ao nível de 5 % probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Tabela 14 - Equações de regressão quadrática e coeficientes de determinação (R^2), relacionando altura média (cm) de plantas de girassol cultivadas em areia lavada e Latos solo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média e doses crescentes de boro, aos 60 dias de idade.

Substrato	Profundidade	Local	Equação de Regressão $\frac{1}{2}$	R^2
Areia lavada	-	-	$y = 18,13823 + 144,7148x - 104,6399x^2$	0,991**
	0 - 20	Santa Cruz da Conceição	$y = 44,60302 + 115,2604x - 93,31493x^2$	0,910*
Subsolo	20 - 40	Santa Cruz da Conceição	$y = 40,23868 + 135,6672x - 113,9412x^2$	0,913*
	0 - 20	Leme	$y = 52,67529 + 51,17451x - 52,84997x^2$	0,753
Subsolo	20 - 40	Leme	$y = 51,67193 + 69,27118x - 59,56364x^2$	0,733

$\frac{1}{2}$ y = altura média de plantas e x = doses de boro.

Figura 3 - Aspectos da influência de doses crescentes de boro (até 1,00 ppm de B) sobre o desenvolvimento do girassol, no estudo em casa-de-vegetação, com destaque para a sintomatologia de deficiência no tratamento testemunha, em areia lavada.

Figura 4 - Representação gráfica das equações de regressão quadrática entre altura média das plantas (y) e doses crescentes de boro (x), em areia lavada e no Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média colhido em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), no município de Santa Cruz da Conceição, Estado de São Paulo.

Figura 5 - Representação gráfica das equações de regressão quadrática entre altura média das plantas (y) e doses crescentes de boro (x), em areia lavada e no Latos - solo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média colhido em duas profundidades (0 a 20 cm e 20 a 40 cm), no município de Leme, Estado de São Paulo.

Segundo SCHUSTER e STEPHENSON (1940) o boro disponível do solo pode ser determinado pela taxa de crescimento das plantas de girassol. Assim, na coleção de padrões em areia lavada, Tabelas 12 e 13, os tratamentos tiveram efeito significativo na altura de plantas, sendo que a maior altura absoluta foi atingida com 0,60 ppm de boro que, no entanto, não diferiu das alturas correspondentes às doses de 0,40, 0,50 e 1,00 ppm de B; além desse, os tratamentos com 0,30, 0,40, 0,50 e 1,00 ppm de B diferiram significativamente dos que continham 0,00, 0,10 e 0,20 ppm de B.

No substrato do Latossolo Vermelho Amarelo, álico, A moderado, textura média, do município de Santa Cruz da Conceição, na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 12), o tratamento 0,40 ppm de B proporcionou a maior altura absoluta das plantas, mas não diferiu das doses 0,30, 0,50 e 0,60 ppm; a dose 0,60 não diferiu da de 0,20 e 1,00 ppm. Esta última dose (1,00 ppm) originando plantas com altura menor que as de outros tratamentos, pode indicar o início de uma certa toxicidade para o girassol; as plantas dos tratamentos 0,00 e 0,10 ppm de B apresentam alturas significativamente menores que as dos demais tratamentos diferindo entre si, também. Na profundidade de 20 a 40 cm para o mesmo município (Tabela 13), verifica-se novamente que o tratamento com 0,40 ppm de B apresentou a maior altura absoluta das plantas, mas não diferiu daqueles com doses de 0,30, 0,50 e 0,60 ppm; as doses 0,20, 0,30 e

0,60 ppm não diferiram entre si. A dose de 0,20 ppm, por sua vez, não diferiu da de 1,00 ppm, repetindo a tendência verificada na profundidade de 0 a 20 cm. As concentrações de 0,00 ppm e 0,10 ppm diferiram significativamente entre si e também dos demais tratamentos.

Demonstrando menor efeito de boro verifica-se que no substrato de solo do município de Leme, colhido na profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 12), o tratamento 0,20 ppm de B apresentou a maior altura absoluta das plantas, não diferindo das demais doses do micronutriente. Já a dose 0,10 ppm não diferiu da de 0,60 e 1,00 ppm; por sua vez, a dose 1,00 ppm não diferiu inclusive da testemunha, constituindo-se um indício da ocorrência de toxicidade da adubação. Na profundidade de 20 a 40 cm para o mesmo município (Tabela 13), verifica-se que o tratamento 0,30 ppm de B apresentou a maior altura absoluta das plantas, mas não das doses 0,20, 0,40, 0,50 e 0,60 ppm. No entanto, a dose 1,00 ppm não diferiu das de 0,10, 0,20, 0,40, 0,50 e 0,60 ppm; por sua vez o tratamento 0,00 diferiu significativamente dos demais.

Nas curvas de regressão entre a altura média e doses de boro (Figura 4), observa-se que a melhor dose para a coleção de padrões em areia lavada é de 0,69 ppm de B. Da mesma forma, para o substrato (solo e subsolo) em Santa

Cruz da Conceição as melhores doses de boro foram de 0,62 ppm (0 a 20 cm) e 0,60 ppm (20 a 40 cm) (Figura 4), enquanto que, para o município de Leme, onde a resposta foi mais baixa, foram de 0,48 ppm (0 a 20 cm) e 0,58 ppm (20 a 40 cm) (Figura 5). Portanto, o solo do município de Leme, apresenta teores de boro pouco mais elevados quando comparados com os de Santa Cruz da Conceição, tanto nas profundidades de 0 a 20 cm (solo) como nas de 20 a 40 cm (subsolo).

Com efeito, pelo menos na profundidade de 0 a 20 cm o teor de boro encontrados no solo de Leme (0,12 ppm de B) supera aquele determinado para Santa Cruz da Conceição (0,09 ppm), conforme Tabela 5. Tais valores são inferiores, aqueles indicados como críticos nos trabalhos de SEDBERRY *et alii* (1969) e MURPHY e LANCASTER (1974), quais sejam 0,19 e 0,16 ppm de B, respectivamente.

4.3.2. Sintomas de deficiência de boro

Ainda na Figura 3, podem ser observadas as plantas de girassol nos vasos sem boro (testemunha, dose 0,00), abaixo, à direita. Em vaso sem boro, plantas cultivadas em areia lavada apresentam reduzido desenvolvimento como decorrência do encurtamento dos internódios, folhas novas bronzeadas, pequenas, encarquilhadas, com nervuras salientes e, algumas vezes, com ne

crose parcial nas extremidades dos lóbulos. Com o prosseguimento da deficiência, as folhas apicais do caule tornavam-se cada vez mais reduzidas até ocorrer a morte da gema apical. Os vasos do tratamento na coleção de padrões em areia lavada, apresentava-se sempre muito úmido, permitindo o desenvolvimento de algas e fungos devido a pouca absorção de água por estas plantas.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em ensaios conduzidos sobre LVa, álico, A moderado, textura média, com teores de B solúvel em água fervente entre 0,09 e 0,12 ppm, assim como no teste biológico de girassol, permitem as seguintes conclusões:

a) O boro aplicado o solo tanto no sulco de plantio como em cobertura, proporciona aumentos significativos na produção de algodão;

b) A aplicação por via foliar durante o florescimento, em baixa concentração, é menos eficiente do que a aplicação no solo por ocasião da cobertura, no aumento da produção;

c) Embora as diferenças entre os tratamentos que receberam boro não tenham sido significativos, deve-se indicar a aplicação do boro no sulco de plantio, por ser mais fácil; a aplicação parcelada, metade no sulco e metade em cobertura, co-

mo medida preventiva; e a pulverização foliar, como medida corretiva;

d) As concentrações de boro no limbo foliar crescem com o aumento das doses empregadas na adubação, mas nem sempre se relacionam com os níveis de produtividade;

e) A aplicação de boro, no geral, influenciou favoravelmente o peso de 1 capulho e comprimento da fibra, tendo alcançado significância estatística na primeira série;

f) O método biológico do girassol, mostrou-se eficaz na detecção da deficiência de boro no solo estudado, assim como na indicação das respostas do algodoeiro ao boro.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, O.E. e BOSWELL, F.C., 1986. Boron and manganese effects on cotton yield, limit quality and earliness of harvest. Agron. J. 60: 488-493.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R. e GALLO, J.R., 1983. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico. (Boletim Técnico nº 78). 48 p.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C., 1965. Levantamento do teor de boro em alguns solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP , 135 p. (Tese de Livre Docente).
- BERGER, K.C. e TROUG, E., 1946. Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. Madison, 10: 113-116.

CALCAGNOLO, G., 1965. Principais pragas do algodoeiro. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, p. 319-415.

CARVALHO, L.H., 1980. Efeitos da calagem e da adubação boratada sobre o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivado em Latossolo Vermelho Amarelo-fase arenosa. Piracicaba, ESALQ/USP, 64 p. (Dissertação de Mestrado).

COLEMAN, R., 1945. Yield and quality of cotton can be improved by boron. Bett.Crops, New York, 21(4): 18-20; 48-50.

COLWELL, W.E., 1943. A biological method for determining the relative boron contents of soils. Soil Science. New Brunswick, 56: 71-94.

COSTA, A.S.; CARVALHO, N.. GALLO, J.R. e COSTA, D.S., 1976. Deficiência de boro, anomalia do algodoeiro em que se assemelha a uma virose. Apud. Rev. Soc. Bras. Fitopatol. Mossoró, 9: 26 (resumo 66).

FRAGA, C.C., 1961. Grandez, retraimento e consolidação da cottonicultura paulista. Campinas, INSTITUTO AGRONÔMICO, Seção de Algodão. 13 p.

FRITZ, A., 1971. La deficiencia en boro del cottonier au Nord-Cameroun. Cotton Fib. Trop. Paris, 26(2): 235-241.

FUZATTO, M.G., 1965. Adubação mineral. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. Cultura e adubação do algodoeiro; São Paulo, p. 475-508.

GRIDI-PAPP, I.L., 1976. Comunicação oficial à CATI, sobre descrição da variedade IAC 17. Campinas, Instituto Agrônômico, Seção de Algodão.

HEATHCOTE, R.G. e SIMITHSON, J.B., 1974. Boron deficiency in cotton Northern Nigeria. I. Factors influencing occurrence and methods of correction. Expl. Agric. 10: 199-208.

HINKLE, D.A. e BROWN, A.L., 1968. Secondary nutrients and micronutrients. In: Advances in production and utilization of quality cotton-principles and practices. Ames, The Iowa, Sta. Univ. Press. Iowa. 532 p.

HOAGLAND, D.R. e ARNON, 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Circ. 347 p.

HUTCHINSON, J.B.; R.A. SILOW e S.G. STEPHENS, 1974. The evolution of gossypium (Oxford Univ. Press).

KEOGH, J.L. e MAPLES, R., 1960. Boron for cotton and soybeans an loessial plain soils. Bull. Arkansas Agr. Exp. Sta., nº 740, p. 19.

McCLUNG, A.C.; FREITAS, L.M.M.; MIKKELSEN, D.S. e LOTT, W. L., 1961. Adubação do algodoeiro em solos de campo cerrados no Estado de São Paulo. B. IBEC Res. Inst., São Paulo, nº 27 , 35 p.

MELLO, F.A.F., 1958. Contribuição ao estudo da aplicação do método da diagnose foliar ao algodoeiro - **Gossypium hirsutum** L. var. IAC-817. Piracicaba, ESALQ/USP. (Tese de Doutoramento).

MILEY, W.N.; HARDY; STURGIS, M.B. e SEDBERRY JR., J.E., 1969. Influence of boron, nitrogen and potassium on yield, nutrient uptake and abnormalities of cotton. Agron. J., Washington , 61: 9-13.

MURPHY, B.C. e LANCASTER, J.D., 1971. Response of cotton to boron. Agron. J., Washington, 63: 539-540.

NEVES, O.S. e JUNQUEIRA, A.A.B., 1965. O algodão no Brasil. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, p. 55-116.

NEVES, O.S., 1965. Algodão no mundo. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, p. 13-54.

OERTLI, J.J. e RICHARDSON, W.F., 1970. The mechanism of boron immobility in plants. *Physiologia Plantarum*. 23: 108-116.

OLIVEIRA, J.B.; MENK, J.R.; BARBIERI, J.L.; ROTTA, C.L. e TREMACOLDI, W., 1982. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de Araras. Campinas, Instituto Agrônômico. 180 p. (Bol. Téc. 71).

PASSOS, S.M.G., 1977. Algodão. Campinas, Inst. Camp. Ens. Agrícola, 424 p.

PIMENTEL GOMES, F., 1978. Curso de Estatística Experimental. 8ª ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". 430 p.

- PINTO, H.S.; ORTOLANI, A.A. e ALFONSI, R.R., 1972. Estimativa das temperaturas médias mensais do Estado de São Paulo em função da altitude e latitude. Caderno de Ciências da Terra. São Paulo, nº 23, 20 p.
- RIGHI, N.R.; FERRAZ, C.A.M. e CORRÊA, D.M., 1965. Cultura. In: INSTITUTO BRASILEIRO DA POTASSA. Cultura e adubação do algodoeiro. São Paulo, p. 255-317.
- SCHMIDT, W. e FERRAZ, C.A.M. Pulverizados de precisão para a aplicação de pequenas quantidades de líquidos. Bragantia. Instituto Agrônômico, 21: XCI-XCIII. Nota 15.
- SCHUSTER, C.E. e STEPHENSON, R.E., 1940. Sunflower as an indicator plant of boron deficiency in soils. J.Amer. Soc. Agron. Washington, 32: 607-621.
- SEDBERRY, J.E.; NUGENT, A.L.; BRUPBACKER, R.H.; HOLDER, J.B. ; PHILLIPS, S.; MARSHALL, J.G.; SLOANE, L.W.; MELVILLE, D.R. e RABB, J.L., 1969. Boron investigations with cotton in Louisiana. Bull. La. Agric. Exp. Stn, n. 635, 27 p.

SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1960. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 634 p. (Boletim 12).

SMITHSON, J.B., 1972. Differential sensitivity to boron in cotton in the northern states Nigéria. Cotton Grow. Rev., 49 (4): 350-353.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; SABINO, N.P. e HIROCE, R., 1982. Efeitos de doses de boro aplicadas no sulco de plantio do algodoeiro, em solo deficiente. Bragantia, 41(19):181-191.

SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; BATAGLIA, O.C. e HIROCE, R., 1979. Efeitos do boro em algodoeiro cultivado em condições de casa-de-vegetação. Bragantia, 38(16): 153-164.

SILVA, N.M.; HIROCE, R. e FUZATTO, M.G., 1971. Efeito da adubação sobre o desenvolvimento e a produção de duas variedades paulistas de algodoeiro, em Latossolo Roxo intensamente cultivado. Campinas, Instituto Agronômico. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, nº 5) 8 p.

SINGH, S.; SINGH, M.; SINGH, R. e BARAR, K.S., 1970. Response to micronutrients of cotton in northern India. Cotton Grow. Rev. 47: 191-197.

WEAR, J.I., 1957. Boron requirements of crops in Alabama. Bull. Ala. Agric. Exp. Stn. Auburn, 305: 4-30.