



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 38

Campinas, setembro de 1979

N.º 16

EFEITOS DO BORO EM ALGODOEIRO CULTIVADO EM CONDIÇÕES DE CASA DE VEGETAÇÃO (1)

NELSON M. DA SILVA (2), LUIZ HENRIQUE CARVALHO, *Seção de Algodão*, ONDINO C. BATAGLIA (2) e RUTER HIROCE (2), *Seção de Química Analítica, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

Visando obter subsídios para a instalação de futuros ensaios de campo com adubação boratada do algodoeiro, foi conduzido estudo em casa de vegetação, utilizando-se solo comprovadamente carente em boro para essa cultura.

Foram usadas doses de 0, 133, 266 e 532mg de bórax por vaso contendo 5,0kg de terra. Em vasos extras, estudaram-se níveis mais elevados do produto.

O efeito de boro sobre a altura média das plantas, peso de capulho, peso de sementes e comprimento de fibra foi significativo estatisticamente e de natureza quadrática.

A concentração de B na matéria seca da parte aérea da planta ou da folha cresceu em proporção à dose utilizada. No caso da análise de folhas de plantas carentes, a concentração variou de 10 a 39ppm, com média de 19ppm de B, enquanto em plantas com grave sintoma de toxicidade foi obtido índice superior a 590ppm de B.

Em plantas com carência de boro foi observado um ou vários dos seguintes sintomas: paralisação de crescimento, superbrotamento, intumescimento de nós com escurecimento de tecido, deformações do limbo e do pecíolo de cotilédones e de folhas verdadeiras, anéis concêntricos com necroses correspondentes da medula de pecíolos foliares e deformações das flores. Como sintoma de toxicidade, observou-se clorose marginal e internerval do cotilédono e/ou da folha verdadeira, que evoluiu ou não para necrose do tecido, permanecendo as nervuras com coloração verde normal.

1. INTRODUÇÃO

O quadro sintomatológico de deficiência de boro no algodoeiro é função da intensidade de carência do nutriente no solo e do tempo de expo-

sição das plantas a essa situação anômala. Usualmente, os primeiros sintomas ocorrem nas partes jovens, nos tecidos de condução e nos órgãos de

(1) Recebido para publicação em primeiro de março de 1979.

(2) Com bolsa de suplementação do CNPq.

propagação, podendo inclusive ser constatados apenas nesses últimos (6). São verificadas desde alterações gerais nas flores — como clorose e deformação de brácteas, encurtamento e dobra de pétalas, necrose de estames e escurecimento e ruptura de nectários extraflorais (2, 6, 7, 8, 10, 11, 14), — até queda excessiva de botões florais e frutos novos (4, 7, 8, 10, 13, 14). Quando o solo contém boro em quantidade suficiente apenas para o desenvolvimento vegetativo, pode ocorrer crescimento excessivo, semelhante àquele devido à abundante adubação com nitrogênio, porém, com frutificação bem prejudicada (6, 7, 14).

Em condições severas de carência, que persistam através de boa parte do ciclo do algodoeiro, o crescimento do ramo principal é bloqueado, com possível morte da gema terminal, os internódios ficam mais curtos, ocorre superbrotamento em nós freqüentemente intumescidos, resultando no final em plantas de porte pequeno, muito ramificadas e improdutivas que retêm persistentemente a folhagem (2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 16). Os frutos de tamanho menor abrem-se prematuramente e apodrecem com mais facilidade (2, 6, 11, 14); às vezes, apresentam-se com a extremidade retorcida, tomando o formato de gancho, devido à fertilização incompleta, podendo ocorrer ruptura no pedúnculo e área mais escura e úmida na base do fruto (2, 6, 10, 11, 14, 18). É verificada redução nas folhas novas, com clorose (2, 3, 6, 10, 13, 14, 18), contorção de pecíolos e alterações nas folhas em geral, como deformações no limbo, murchamento e dobramento dos bordos foliares, espessamento e avermelhamento do limbo (4, 10, 13, 14, 16, 18).

Durante a fase de florescimento e frutificação (11), ou mesmo antes dela, surgem nos pecíolos foliares anéis concêntricos de verde mais escuro, acompanhados de engrossamento do tecido, intensa pilosidade e necrose da medula nas áreas correspondentes (2, 3, 8, 10, 11, 14, 18). Quando a deficiência ocorre no final do ciclo, as folhas velhas situadas na parte inferior das plantas podem-se apresentar mais desenvolvidas, enquanto as folhas novas do ponteiro são pequenas e cloróticas (6). Anéis concêntricos no pecíolo foliar, escurecimento na base dos frutos e rompimento de nectários extraflorais são tidos como sintomas específicos de carência de boro no algodoeiro (6).

Por outro lado, como há uma tendência para acúmulo de boro nas folhas é nelas que, freqüentemente, aparecem os sintomas de toxicidade (18), como uma clorose marginal que penetra entre as nervuras, evoluindo para crestamento e queda das folhas (4, 5, 9).

No Estado de São Paulo, tem-se tentado, através de calagens e adubações minerais abundantes, o aproveitamento de solos de cerrado e de campo para a cultura algodoeira, por apresentarem topografia adequada à completa mecanização da lavoura, apesar de freqüentemente se mostrarem paupérrimos do ponto de vista de fertilidade. Em tal situação, foram encontrados sintomas típicos de carência de boro no algodoeiro, anomalia essa confirmada por análises químicas de plantas (3). Visando detalhar características dos sintomas de deficiência observados em inúmeras lavouras nas últimas safras de algodão, em dada área do município de Leme, assim como obter subsídios para fu-

turos ensaios de adubação a serem conduzidos em condições de campo, instalou-se experimento em casa de vegetação utilizando solo da referida gleba, cujos resultados são relatados a seguir.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em solo arenoso de baixa fertilidade, do município de Leme (SP), classificado como latossolo vermelho-amarelo fase arenosa⁽¹⁾, coletou-se a terra para o presente experimento. Na referida gleba cultivava-se algodão graças à correção da acidez do solo, promovida por sucessivas calagens, e às abundantes adubações minerais com N, P e K. A análise química revelou os seguintes resultados⁽²⁾:

M.O. (%)	pH	Al ³⁺ — meq/100ml	Ca ²⁺	Mg ²⁺ TFSA —	K —µg/ml	P TFSA-
2,4	6,1	0,0	2,3	1,1	46	14

A despeito de resultados analíticos favoráveis, no aspecto geral, a produtividade do algodoeiro declinava a cada safra, tendo atingido níveis antieconômicos nos anos de 1973/74 e 1974/75, quando ocorreram anomalias nas plantas, muito semelhantes àquelas relacionadas à carência de boro.

Pelo fato de a relação $(Ca^{2+} + Mg^{2+})/K^+$ da análise de solo mostrar-se desequilibrada no que se refere ao potássio (19) e diante da possibilidade de interação das adubações potássica e boratada (11), decidiu-se por delineamento em que K e B fos-

sem estudados em conjunto. Assim, doze tratamentos de um fatorial 3 x 4 para K x B foram distribuídos em blocos ao acaso, com quatro repetições. Utilizaram-se vasos de cerâmica, com 5kg de solo cada um. Por ocasião da sementeira, a 19 de junho de 1975, foram adicionados, por vaso, potássio nas doses de 0, 2 e 4g de cloreto de potássio (60% de K₂O) e boro nas doses de 133, 266 e 532mg de bórax (11,3% de B). Para base de cálculo, admitiu-se cultura com 50 mil plantas por hectare e 1,4g/cm³ como massa específica aparente do solo.

O fósforo foi aplicado por ocasião da sementeira, na dose fixa de 2,6g de superfosfato triplo (46% de P₂O₅) por vaso, enquanto o nitrogênio foi

colocado parceladamente, em cobertura, aos 11, 42, 56 e 66 dias após a sementeira, na forma de nitrato de amônio (33% de N), 2g por vaso e por vez.

Cada vaso recebeu seis sementes da variedade IAC RM3, em junho de 1975. Efetuaram-se desbastes aos 11, 29, 42 e 66 dias da sementeira, tendo sido eliminadas sempre as menores plantas, duas no primeiro desbaste e uma em cada um dos demais. Os efeitos dos nutrientes B e K foram avaliados através da determinação de altura média das plantas, efetuada aos 26, 40, 64 e 90 dias da sementeira,

(1) Agradecimentos são devidos ao Dr. Guido Ranzani pela classificação.

(2) Análise efetuada na Seção de Fertilidade do Solo do Instituto Agronômico, Campinas.

das análises químicas da parte aérea de plantas colhidas aos 29, 42 e 66 dias da sementeira, da análise de folhas coletadas aos 110 dias (1) e das determinações do peso de algodão em caroço, de capulho e de sementes, da porcentagem de fibra e dos valores de suas características tecnológicas.

Em vasos considerados extras, procedeu-se a um teste com dosagens mais elevadas de boro, aplicadas parceladamente, em cobertura: 798mg de bórax por vaso, aos 30 dias da sementeira; 1.596mg, metade aos 30, metade aos 84 dias, e 2.394mg, 1/3 aos 30, 1/3 aos 84 e 1/3 aos 100 dias da sementeira. Embora o objetivo fosse apenas verificar a possibilidade de efeitos tóxicos, os tratamentos indicados foram repetidos duas vezes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. EFEITOS GERAIS DA ADUBAÇÃO

O desenvolvimento das plantas foi acompanhado por determinações da altura, ou seja, da distância entre o colo e a extremidade apical do algodoeiro, em diversas idades. Desde que essa característica não se mostrou muito influenciada pela adubação potássica, foi considerado apenas o efeito da aplicação de boro. No quadro 1 são apresentados os resultados médios do estudo em questão.

De modo geral, o efeito da adubação boratada foi de natureza quadrática, sendo que, a partir de certa idade, as duas últimas doses passaram a prejudicar o desenvolvimento

QUADRO 1. — Efeitos da aplicação de bórax sobre a altura das plantas determinada em diferentes estádios de desenvolvimento do algodoeiro, no ensaio conduzido em casa de vegetação, em 1975

Doses de bórax	Altura das plantas			
	Idade em dias da sementeira			
	26	40	64	90
mg/vaso	-----cm-----			
0	5,1 a (1)	9,4 a	24,9	51,5 a
133	8,3 b	13,9 b	27,5	60,5 b
266	8,4 b	13,7 b	26,5	54,1 ab
532	7,5 b	12,2 b	24,4	50,8 a
Média	7,32	12,22	25,84	54,23
Plantas/vaso	4	3	2	1
C.V.%	12,9	16,1	17,4	17,0

(1) Teste de Duncan, ao nível de 5%.

das plantas. Nota-se, ainda, que por ocasião da última determinação, as plantas que receberam dosagem máxima de micronutriente apresentaram o menor valor de altura média, inferior inclusive àquelas não adubadas, o que deve representar certo efeito tóxico do elemento.

Admitindo que a taxa de crescimento do algodoeiro, em condição de carência de boro, seja reflexo da intensidade de absorção do micronutriente do solo, nesse trabalho também se observou que a exigência dessa planta é maior durante a fase inicial de desenvolvimento e no período de intensa formação da carga (17). Com efeito, considerando a razão altura da maior planta nos tratamentos adubados: altura da maior planta no tratamento testemunha, verifica-se que a taxa relativa de crescimento diminuiu gradativamente da primeira determinação, aos 26 dias, para a terceira, aos 64 dias, voltando a crescer desta para a última data, aos 90 dias, conforme figura 1. Desde que a abertura da primeira flor ocorreu por volta do 75.º dia, pode-se admitir que o algodoeiro tenha retomado o ritmo de maior absorção de boro do solo du-

rante o período de máximo florescimento. Neste particular, há certo destaque no comportamento das plantas que receberam a dose inicial de bórax, ou seja, 133mg por vaso.

Por ocasião de cada desbaste, as plantas retiradas seguiram para análises químicas, em três oportunidades: aos 29, 42 e 66 dias de idade. Nos dois primeiros casos, em virtude de quantidade insuficiente de material, devido ao pequeno tamanho das plantas, fez-se necessário a reunião por tratamento, razão por que não foi feita a análise estatística dos dados; já aos 66 dias da semeadura, o maior porte do algodoeiro permitiu análise química individual, por vaso. Os resultados médios de cada determinação, assim como os dados de análise foliar de amostras de 5.ª e 6.ª folhas colhidas por planta aos 110 dias, acham-se no quadro 2.

Nas duas primeiras épocas, nota-se tendência para aumento linear do teor de B na matéria seca da planta em função da adubação. Nas últimas determinações, quando foi possível cálculo estatístico, esse efeito realmente se evidenciou. No caso particular

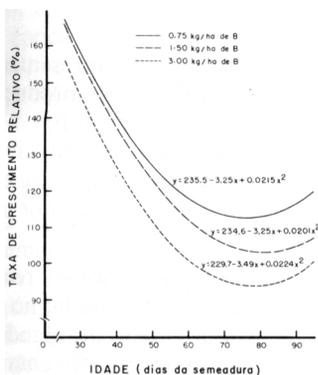


Figura 1. - Taxa de crescimento relativo através do ciclo do algodoeiro, calculada pela razão: altura da maior planta nos tratamentos adubados pela altura da maior planta no tratamento testemunha

QUADRO 2. — Efeitos da aplicação de bórax sobre a concentração de boro na matéria seca das plantas, determinada em diversos estádios de desenvolvimento do algodoeiro e sobre a concentração na 5.^a e na 6.^a folha de plantas plenamente desenvolvidas, no ensaio conduzido em casa de vegetação, em 1975

Concentração de B na matéria seca (¹)				
Doses de bórax	Idade em dias da sementeira			
	29	42	66	110
mg/vaso	ppm			
0	73	52	29 a (²)	19 a (²)
133	88	107	54 a	46 b
266	191	180	88 b	59 c
532	250	193	106 b	83 d
Média	151	133	69	52
C.V. %			39,1	23,1

(¹) Aos 29, 42 e 66 dias da sementeira, foi dosado boro na matéria seca total das plantas, sendo possível análise de variância só na última determinação; aos 110 dias, foram coletadas e analisadas quimicamente a 5.^a e a 6.^a folhas da planta remanescente aos diversos desbastes.

(²) Teste de Duncan, ao nível de 5%.

da análise química de folhas, deve-se esclarecer que a concentração do nutriente variou de 10 a 38ppm, com média de 19ppm, no tratamento testemunha, ou seja, naquele em que foram observados sintomas típicos de carência, conforme será descrito adiante. Trabalhando em condições semelhantes, outros autores encontraram valores para níveis críticos dentro dessa faixa (15, 16).

A adubação potássica, por sua vez, concorreu para aumentar sensivelmente a concentração de K na matéria seca da planta e das folhas, e para reduzir a de Mg e Ca. Foram obtidos os seguintes teores médios de nutrientes nas folhas, devido, respec-

tivamente, ao uso de 0, 2 e 4g de cloreto de potássio por vaso: 0,82, 2,87 e 3,44% de K; 1,24, 0,74 e 0,63% de Mg e 3,07, 2,96 e 2,42% de Ca.

No quadro 3 são apresentados os resultados médios de produção de características de capulho e de fibra, correspondentes aos níveis de boro utilizados, uma vez que os efeitos de potássio foram de menor amplitude, de modo geral.

Praticamente, não houve reação da planta à adubação boratada, no que se refere à produtividade do algodoeiro. Convém esclarecer, no entanto, que o "shedding", ou seja, a queda de flores e/ou frutos novos é muito co-

QUADRO 3. — Efeitos da aplicação de bórax sobre a produção média de algodão em caroço e sobre características gerais do algodoeiro, obtidos no ensaio de casa de vegetação, em 1975

Doses de bórax	Produção	Peso médio de um capulho	Peso médio de 100 sementes	Comprimento médio de fibra
mg/vaso	g/planta	g	g	mm
0	15,9	4,8 a (1)	9,8 a (1)	29,0 a (1)
133	16,2	5,6 b	11,1 bc	30,6 b
266	15,3	5,6 b	11,8 c	30,4 b
532	13,9	5,1 ab	10,8 b	29,6 ab
Média	15,3	5,3	10,9	29,9
C.V.%	23,5	17,6	10,6	3,9

(1) Teste de Duncan, ao nível de 5%.

num em cultivo de casa de vegetação, quando são usados vasos de pequeno volume. No presente caso, notou-se excessiva perda de carga por parte das plantas que receberam 133mg de bórax. Com efeito, contagem efetuada por volta dos 100 dias da emergência indicava a seguinte média de frutos por planta: 3,7, 3,9, 3,3 e 3,3 respectivamente para os doses de 0, 133, 266 e 532mg de bórax. Já na época da colheita foram computadas, em ordem, médias de 3,3, 3,0, 2,8 e 3,0 capulhos por planta, correspondendo a "shedding" de 11, 23, 15 e 9%, respectivamente.

Por outro lado, nas médias de peso de capulho e de sementes, os tratamentos fornecedores das doses 133 e 266mg de bórax sobrepujaram significativamente a testemunha. Na média geral, foram observados valores de 3,0 capulhos por planta, 4,0 lóculos por capulho e 7,2 sementes por lóculo.

A adubação boratada beneficiou, também de forma quadrática, o comprimento médio da fibra algodoeira, conforme dados expostos na última coluna do quadro 3.

Constatou-se efeito significativo de potássio apenas sobre os valores da porcentagem de fibra, e de natureza quadrática. As médias devidas aos tratamentos fornecedores de 0, 2 e 4g de cloreto por vaso foram, em ordem, de 40,2, 41,3 e 40,0.

3.2. SINTOMAS DE DEFICIENCIA E DE TOXICIDADE DE BORO

Em plantas dos vasos testemunhas para boro foram observados, logo na primeira fase de desenvolvimento do algodoeiro, crescimento mais lento associado a deformações das folhas cotiledonares (pecíolo retorcido e limbo espesso e enrugado) e intumescimento do nó

cotiledonar com escurecimento do tecido. Aos 22 dias da sementeira, fez-se protocolo para aspecto geral dos vasos, atribuindo-se nota mínima, 1, a plantinhas atrofiadas com anomalias no caule e nos cotilédones, e nota máxima, 6, a plantas bem desenvolvidas e sem qualquer anomalia. Em média, obtiveram-se as seguintes notas devidas, respectivamente, ao fornecimento de 0, 133, 266 e 532mg de bórax por vaso: 2,0, 4,4, 4,5 e 4,1. O efeito foi altamente significativo do ponto de vista estatístico, tendo os tratamentos adubados diferido da testemunha pelo teste de Tukey, a 1%.

Aos 27 dias da sementeira, efetuou-se levantamento mais detalhado de sintomas de carência, cujo resumo é a seguir apresentado. Exceção feita a plantas de dois vasos testemunhas, em um total de doze, as demais apresentavam alguns ou vários dos seguintes sintomas:

a) plantas atrofiadas, com ponteiros necrosados ou não (2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 16, 18);

b) nós cotiledonares intumescidos, com escurecimento de tecido (7);

c) folhas cotiledonares espessas, com superfície rugosa e pecíolos retorcidos;

d) folhas verdadeiras, quando existentes, enrugadas e, às vezes, deformadas (4, 10, 13).

Nos vasos adubados com boro, as plantas desenvolviam-se normalmente, sendo que em alguns casos a emissão do segundo par de folhas verdadeiras já era notado. Pequena clorose marginal e internerval ocorria em folhas cotiledonares de algumas plantas adubadas com 266 e 532mg de bórax, tendo-se observado um ou outro cotilédone com bordo levemente crestado no caso da dose máxima (4, 9).

Na contagem seguinte, efetuada aos 41 dias da sementeira, foi observada nos vasos testemunhas sensível evolução nos sintomas de carência de boro já relacionados. Notou-se, ainda, início de superbrotamento de algumas plantas (figura 2). O desenvolvimento do primeiro par de folhas verdadeiras, geralmente com limbo deformado e pecíolo retorcido (4, 10, 13, 14) em plantas com nanismo, levou a um aspecto grotesco, conforme figura 3.



Figura 2. - Sintomas de paralisação de crescimento e início de superbrotamento do algodoeiro, observados na ausência de boro



Figura 3. - Aspecto do primeiro par de folhas verdadeiras, com limbos enrugados, curvados para baixo, e com pecíolos retorcidos, em plantas com desenvolvimento retardado por deficiência de boro

Plantas adubadas com boro apresentavam aspecto normal, na ocasião, com o segundo par de folhas verdadeiras já desenvolvido ou em desenvolvimento. Os sintomas de início de toxicidade observados em folhas cotiledonares nos tratamentos fornecedores de 266 e 532mg de bórax por vaso, tornaram-se mais frequentes e intensos. Na dose de 532mg de bórax, foi observado crestamento na margem de vários cotilédones com penetração ou não através do limbo, entre as nervuras (4, 5, 9), conforme figura 4. Notou-se, nesse caso ainda, clorose no primeiro par de folhas verdadeiras.

Aos 64 dias da semeadura, observou-se superbrotamento de plantas em praticamente todos os vasos testemunhas (3, 6, 8, 10, 13, 14), além de deformações no limbo e no pecíolo de folhas verdadeiras. Nas plantas mais desenvolvidas no tratamento sem boro, surgiram anéis concêntricos, de verde mais escuro, salientes e com pilosidade intensa, intercalados com partes normais do pecíolo da folha, com necrose da medula nas áreas correspondentes aos anéis externos (2, 3, 8, 10, 11, 14, 18), conforme figuras 5 e 6.

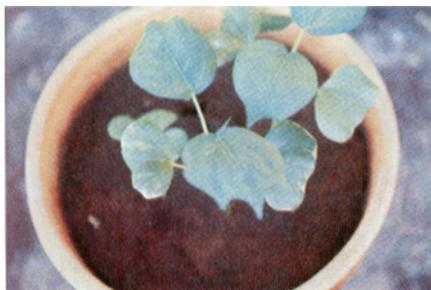


Figura 4.- Clorose e crestamento marginal e internerval da folha cotiledonar, observados em plantas adubadas com 532mg de bórax

No tratamento fornecedor de 133mg de bórax, foi encontrada uma ou outra planta com incipiente sintoma de carência, como leve superbrotamento ou pequenos defeitos em limbo de folhas novas. Nas maiores dosagens de boro, nenhum sintoma de deficiência se constatou. Entretanto, praticamente todas as plantas que receberam 266mg de bórax apresentavam clorose internerval no 1.º e/ou no 2.º par de folhas verdadeiras, existindo alguns cotilédones com crestamento nos bordos. Da mesma forma, todas as plantas que receberam 532mg de bórax e que mantinham até essa idade as folhas cotiledonares, apresentavam crestamento dos bordos; no 1.º e/ou no 2.º par de folhas verdadeiras a clorose foi generalizada, ocorrendo crestamento em um ou outro caso (figura 7).

Aos 91 dias da semeadura, o quadro sintomatológico geral apresentado atrás não se alterou, a não ser em três aspectos: ocorrência generalizada de anéis concêntricos em pecíolos de plantas não adubadas, a partir do 2.º, 3.º ou 4.º par de folhas verdadeiras; aumento na frequência de folhas no-



Figura 5.- Anéis concêntricos, salientes, de verde mais escuro e com pilosidade intensa observados em pecíolos de folhas de plantas não adubadas com boro, por ocasião do florescimento

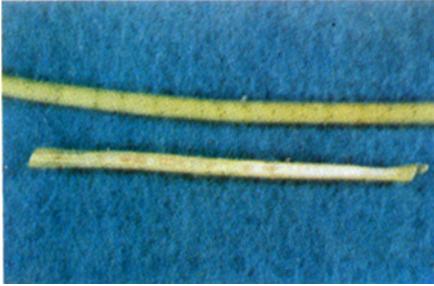


Figura 6. - Necrose da medula correspondente à área dos anéis concêntricos, notada no pecíolo de folhas de planta carente em boro



Figura 7. - Clorose marginal e internerval observada em folhas verdadeiras de planta que receberam 532mg de bórax



Figura 8. - Sintomas de toxicidade em folhas do algodoeiro obti os após a segunda aplicação no solo de 798mg de bórax

vas defeituosas e ocorrência de flores anormais. Nesse caso, notou-se deformação nas brácteas, geralmente maiores e mais amareladas, e na corola, com pétalas de tamanho irregular e deformadas (2, 7, 10, 14).

Para finalizar, resta relatar o que ocorreu, em termos de toxicidade, nos vasos extras, onde o bórax foi cedido ao solo nas doses de 798mg (aos 30 dias da sementeira), 1.596mg (em duas vezes) e 2.394mg (em três vezes). No primeiro caso, os sintomas não diferiram muito dos já relatados para a dose de 532mg de bórax do estudo anterior, ou seja, uma ou outra folha verdadeira com clorose marginal e internerval que evoluiu para cresta-

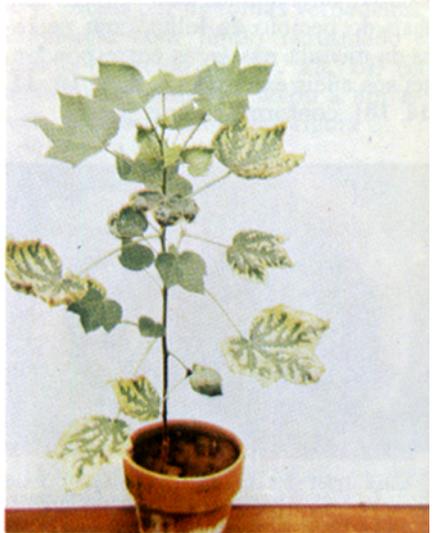


Figura 9. - Evolução da toxicidade em folhas de algodoeiro após a terceira aplicação no solo de 798mg de bórax

mento em pontos isolados (figura 4). A reaplicação de 798mg do produto, efetuado aos 84 dias da sementeira, provocou a citada clorose que progrediu rapidamente para crestamento das folhas da parte inferior das plantas (4, 5, 9); os bordos do limbo foliar dobraram para cima, enquanto a parte necrosada pela toxicidade era de coloração amarelada intensa (figura 8). Com nova aplicação dessa dose, feita 16 dias após a segunda, os sintomas de toxicidade tornaram-se bem mais intensos nas folhas do "baixeiro", tendo evoluído sensivelmente no sentido do ápice das plantas (figura 9).

As folhas ressecadas apresentavam-se muito quebradiças ao tato, tendo caído rapidamente: sua análise química revelou altíssimo valor de boro: 590ppm de B, na matéria seca.

Nota-se nas figuras 8 e 9 que as folhas jovens se apresentam com aspecto normal, o que está de acordo com o mecanismo de imobilidade do boro proposto para o algodoeiro, qual seja, o do movimento cíclico através da corrente transpiratória, sendo conduzido do solo até às folhas e retornando das margens destas no máximo até ao seu pecíolo, jamais se transferindo para folhas mais novas (12).

EFFECTS OF BORON APPLICATION TO COTTON PLANT IN A GREENHOUSE STUDY

SUMMARY

A greenhouse experiment of borax application to cotton cultivated on a boron deficient soil, was conducted in order to obtain data for development of future field trials.

Borax was applied to pot containing 5,0kg of soil in amounts of 0, 133, 266 e e 532mg. Additional treatments with higher levels of boron was applied to extra pots.

The influence of boron on plant height, weight of bolls and seeds and on fiber length was statistically significant and of quadratic nature.

The content of boron, determined either in the aboveground portion of plant or in leaf blade, increased according to the levels of fertilization used. Boron concentration in deficient plant leaves varied between 10 and 39ppm of B, with an average of 19ppm, while leaves from plants exhibiting serious symptoms of toxicity showed values higher than 590ppm of B.

Stunted plants, excessively branched, having enlarged and dark nodes, deformed cotyledones and leaf blades, short leaf petioles with dark rings and pith necrosis, and abnormally flowers, are related as boron-deficients. Chlorosis of leaf, in the margin or among the veins, was considered as symptom of toxicity.

LITERATURA CITADA

1. BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; FURLANI, A. M. C. & GALLO, J. R. Métodos de análise química de plantas. Campinas, Instituto Agronômico. 1978, 31p. (Circular, 87)
2. BRAUD, M.; FRITZ, A.; MEGIE, C. & QUILLON, P. J. Sur la deficiencia en bore du cotonnier. Observations préliminaires. Coton, Fibr. trop., 24(4):465-467. 1969.

3. COSTA, A. S.; CARVALHO, N.; GALLO, J. R. & COSTA, D. S. Deficiência de boro, anomalia do algodoeiro em São Paulo que se assemelha a uma virose. *Fitopatologia*, Lima, 11(1):10-11, 1976.
4. EATON, F. M. Boron requirements of cotton. *Soil Sci.* 34:301-305, 1932.
5. ———. Deficiency, toxicity and accumulation of boron in plants. *J. agric. Res.*, 69(6):237-247, 1944.
6. HINKLE, D. A. & BRON, A. L. Secondary nutrients and micronutrients. In: *Advances in production and utilization of quality cotton-principles and practices*. Ames, The Iowa Sta. Univ. Press, Iowa, 1968. 532p.
7. HOLLEY, K. T. & DULIN, T. G. Influence of boron on flower-bud development in cotton. *J. agric. Res.*, 59:541-545, 1939.
8. LANCASTER, J. D.; MURPHY, B. C.; HURT JR., B. C.; ARNOLD, B. L.; COATS, R. E.; ALBRITTON, R. C. & WALTON, L. Boron now recommended for cotton. *Mississippi Agr. Exp.*, 1962. (Bulletin, 635)
9. MAPLES, R. Boron toxicity symptoms in cotton and soybeans. *Ann. Arkans. Plant Food Conf.*, 12, 1963. *Proceedings*. p.79-80.
10. ——— & KEOGH, J. L. Effects of boron deficiency on cotton. *Arkans. Fm. Res.*, 12:5, 1963.
11. MILEY, W. N., HARDY, G. W. & STRINGS, M. B. Influence of B, N and K on yield, nutrient uptake and abnormalities of cotton. *Agron. J.*, 61:9-13, 1969.
12. OERTLI, J. J. & RICHARDSON, W. F. The mechanism of boron immobility in plants. *Pl. Physiol.*, 23:108-116, 1970.
13. PAGE, N. R. & BERGERAUX, P. J. Boron status and needs of the Southern Region. *Pl. Fd. Rev.*, 7:12-17, 1961.
14. ROTHWELL, A.; BRYDEN, J. W.; KNIGHT, H. & COXE, B. J. Boron deficiency of cotton in Zambia. *Cot. Grow. Rev.*, 44:23-28, 1967.
15. SANFUENTES, J. R. Concentração crítica de boro no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. IAC 12). Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1965. 40p. (Tese de M. S.)
16. SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; MALAVOLTA, E. & ACCORSI, W. R. Estudo sobre a alimentação mineral do algodoeiro. II. Deficiências de micronutrientes na variedade IAC 11. *Anais da ESALQ, Piracicaba*, 30:93-103, 1973.
17. SCOTT, H. D.; BEASLEY, S. D. & THOMPSON, L. F. Effect of lime on boron transport to and uptake by cotton. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 39:1116-1121, 1975.
18. SEDBERRY JR., J. E.; NUGENT, A. L.; BRUPBACHER, R. H.; HOLDER, J. B.; PHILLIPS, S. A.; MARSHALL, J. G.; SLOANE, L. W.; MELVILLE, D. R. & RABB, J. L. Boron investigations with cotton in Louisiana. *Louisiana Agric. Exp. Sta. Bul. No. 635*, 1969. 27p. (Bulletin, 635)
19. SILVA, N. M. Importância da seleção de glebas para estudos de adubação do algodoeiro. Campinas, Instituto Agronômico, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA-Publicação, 8)