

# INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO E DO EFEITO CUMULATIVO DE BORO NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA FIBRA DO ALGODOEIRO <sup>(1)</sup>

NELSON PAULIERI SABINO <sup>(2,4)</sup>, NELSON MACHADO DA SILVA <sup>(3,4)</sup>,  
JULIO ISAC KONDO <sup>(2)</sup> e ROSE MARRY ARAÚJO GONDIM-TOMAZ <sup>(2)</sup>

## RESUMO

Avaliou-se a influência da aplicação de doses de boro sobre características agronômicas e propriedades tecnológicas da fibra de algodão em catorze ensaios regionais desenvolvidos no Estado de São Paulo, em 1979-86. Deles, selecionou-se o de Guaíra (SP), cujo caráter de longa duração (1984-93) permitiu o estudo do seu efeito cumulativo. Instalou-se tal ensaio em gleba de latossolo roxo distrófico, argiloso, anteriormente cultivada com milho e leguminosas e, para tanto, corrigida no aspecto de acidez e adubada com NPK. Adotou-se, para todos os ensaios, o delineamento de quadrado latino com seis repetições. O boro foi aplicado anualmente no sulco de semeadura, nas seguintes doses: 0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 kg/ha de B na forma de bórax (11% de B), em mistura com 10-75-75 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente. Os ensaios regionais foram reunidos em dois grupos, estabelecidos em função da resposta esperada do algodoeiro à aplicação de boro. Em solos corrigidos, continuamente cultivados, mas nunca adubados com boro, nos quais se esperava, em termos de produção, média ou alta resposta das plantas, os efeitos positivos da adubação boratada estenderam-se para o comprimento da fibra e para o peso de um capulho, com reflexos negativos no índice Micronaire. Em solos em pousio ou naqueles que já haviam recebido boro nas adubações de plantio anteriores, de baixa resposta esperada, portanto, não se verificou efeito do micronutriente nas características estudadas. Com o acúmulo de boro nas adubações anuais do algodão em solo de média resposta esperada, o efeito sobre o peso de capulho e de sementes se destacou, à semelhança do que ocorreu com a produção.

**Termos de indexação:** boro; cumulação; estudo regional; ensaio de longa duração; características agronômicas e propriedades tecnológicas da fibra de algodão.

---

<sup>(1)</sup> Trabalho apresentado na VIII Reunião Nacional do Algodão, em Londrina (PR), realizada de 28 de agosto a 1.º de setembro de 1995. Recebido para publicação em 31 de agosto de 1995 e aceito em 30 de janeiro de 1996.

<sup>(2)</sup> Seção de Tecnologia de Fibras, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP).

<sup>(3)</sup> Seção de Algodão, IAC.

<sup>(4)</sup> Com bolsa de pesquisa do CNPq.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF APPLICATIONS AND ACCUMULATION OF BORON ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COTTON FIBER

The influence of boron applications on the agronomic characteristics and technological properties of the cotton fiber were studied in a regional group of experiments conducted through the São Paulo State cotton belt, during the years of 1979 to 1986. The boron cumulative effect was studied in a long term trial of boron fertilization conducted with cotton, installed in 1983 on a low fertility Dusky Red Latosol, limed and frequently fertilized with NPK. In all experiments, rates of 0, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 and 3.2 kg/ha of B as borax (11% of B), were applied at sowing time, in latin square design experiments. The cultivar IAC 17 was used during four years, followed by the IAC 20. The regional experiments were grouped by previous informations about use of liming and mineral manure, associated to the occurrence of boron deficiency as toxicity symptoms. In continuously fertilized soil, where the reaction to boron used to be high in terms of productivity, it was demonstrated that the fertilization with boron improved the length and the boll weight, decreased Micronaire index, and was negligible for another characteristics. The effect of boron accumulation increased the boll weight and seed weight.

**Index terms:** boron, accumulation, regional tests, long term trial, agronomic characteristics, technological properties of cotton fiber.

## 1. INTRODUÇÃO

A ocupação de solos com topografia favorável à colheita mecânica, porém de baixa fertilidade, observada nas últimas décadas em regiões tradicionalmente algodoeiras, permitiu verificar, com mais frequência, os sintomas de carência de boro, em nosso meio. Em condições severas de deficiência do micronutriente, observa-se, sobretudo, que o crescimento do ramo principal da planta é bloqueado, com possível morte da gema terminal, e que os internódios ficam mais curtos, causando superbrotamento em nós freqüentemente intumescidos, o que resulta em plantas de porte pequeno, muito ramificadas e improdutivas que retêm persistentemente a folhagem (Silva et al., 1979).

Com base nos resultados positivos do estudo pioneiro realizado por Coleman (1945), vários pesquisadores têm relatado efeitos significativos da adubação boratada no algodoeiro, conforme mostram recentes revisões de Carvalho (1988) e Silva et al. (1991). Um aspecto pouco explorado, no entanto, relaciona-se ao acúmulo de boro no solo, em decorrência das adubações anuais sucessivas.

Carvalho (1980) notou que a reação das plantas a boro, em termos de produção de algodão em caroço, aumentou no segundo ano de adubação, quando em presença de calagem. Silva et al. (1995), por sua vez, verificaram vantagens quando o boro foi acumulado na dose anual de 0,8 kg/ha.

No presente estudo, avaliou-se a influência da aplicação e do efeito cumulativo de boro sobre características agrônômicas e propriedades tecnológicas da fibra do algodoeiro. Utilizaram-se resultados de catorze ensaios regionais abrangendo as principais áreas paulistas produtoras de algodão, assim como dados provenientes do experimento de longa duração no município de Guaíra (SP). Os respectivos resultados de produção foram considerados nos trabalhos de Silva et al. (1991, 1995).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Em 1979-86, nas regiões produtoras paulistas, realizaram-se catorze ensaios de campo, visando avaliar a resposta do algodoeiro à aplicação de boro. Dessa série de ensaios regionais, manteve-se o de Guaíra em caráter de longa duração (1984/93),

objetivando estimar o acúmulo de boro em sucessivas adubações anuais. Tal ensaio se desenvolveu em um latossolo roxo distrófico, argiloso, anteriormente cultivado com milho e leguminosas, corrigido no aspecto de acidez e adubado com NPK, porém sem nunca ter recebido boro.

Instalaram-se os ensaios em quadrado latino com seis repetições, utilizando-se o cultivar IAC 17 nos quatro primeiros anos e o IAC 20, nos demais. Fez-se a aplicação anual do boro, no sulco de semeadura, nas doses de 0; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6 e 3,2 kg/ha de B na forma de bórax (11% de B), em mistura com 10-75-75 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, com sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. Efetuaram-se, em cada ensaio, duas coberturas de 30 kg/ha de N cada uma: a primeira, no desbaste e a outra, no início do florescimento, utilizando-se sulfato de amônio.

As parcelas experimentais constituíram-se de quatro linhas de 5,0 m de comprimento cada uma, considerando-se úteis para coleta de dados apenas as duas centrais. O espaçamento adotado entre as linhas foi de 0,80 m, deixando-se cerca de sete plantas por metro linear no desbaste.

Na colheita, realizada em duas etapas, amostraram-se vinte capulhos visando estudar as seguintes características agrônômicas: peso (<sup>5</sup>) de cem sementes; porcentagem de fibra; peso de um capulho e propriedades tecnológicas da fibra, conhecidas como comprimento, uniformidade de comprimento, finura, maturidade e resistência.

O peso de um capulho e o de cem sementes correspondem a determinações médias, expressas em gramas. A porcentagem de fibra representa o valor médio da porcentagem ponderal da fibra, obtida após o beneficiamento das amostras. Os resultados de comprimento da fibra, em milímetros, correspondem aos valores do comprimento 2,5% SL ("Span Length"), obtidos no Fibrógrafo, modelo 430. A uniformidade de comprimento, expressa em porcentagem, representa a relação entre os comprimentos 50% SL e 2,5% SL, obtidos pelo

Fibrógrafo. O índice Micronaire, que representa o complexo finura + maturidade, é determinado no aparelho Fibronaire e revela a proporção do fluxo de ar que atravessa uma amostra de fibra com 3,24 g sob pressão constante. A maturidade, dada em porcentagem, corresponde ao índice médio, fornecido também pelo Fibrógrafo, segundo método proposto por Sabino et al. (1980). A resistência, em gramas por Tex (massa em gramas de 1.000 m de fibra), representa a força necessária para o arrematamento de um pequeno feixe de fibras paralelas, quando as garras do aparelho estão separadas de 1/8 de polegada.

À semelhança do agrupamento realizado no trabalho de Silva et al. (1991), com dados de produção, os ensaios regionais foram reunidos por expectativa de resposta, para as análises conjuntas. Assim, no grupo considerado de baixa resposta esperada, estão os ensaios nos solos em pousio (pastagens antigas), de São João das Duas Pontes (79/80), Nhandeara (79/80) e Ilha Solteira (81/82), e os desenvolvidos sobre glebas bem adubadas quimicamente, inclusive com boro, de Aguai (80/81), Santa Cruz da Conceição (82/83) e Leme (85/86). No grupo de média expectativa de resposta, estão os experimentos sobre solos em fase de correção de acidez ou já corrigidos, cultivados e adubados com N, P e K, porém pouco ou nunca adubados com boro, representados pelos municípios de Conchal (79/80, 83/84), Mogi-Mirim (79/80), Bernardino de Campos (82/83), e Guaíra (83/84). A esse grupo, de média resposta, reuniu-se o de expectativa mais alta, constituído de ensaios em solos corrigidos no aspecto de acidez, intensamente cultivados e adubados com N, P e K, mas que ainda não haviam recebido boro, instalados no município de Pirassununga, em 1983/84, 1984/85 e 1985/86. Esses dois últimos agrupamentos foram analisados em conjunto, por causa do pequeno número de ensaios ocorrido no grupo de alta expectativa de resposta.

No ensaio de longa duração, mantido em Guaíra, os resultados foram avaliados estatisticamente em análises conjuntas, envolvendo os nove anos de estudo. No ano agrícola de 1990/91, realizou-se uma rotação de culturas com o plantio de guandu, motivada pelo aumento da incidência de nematóides.

<sup>(5)</sup> Leia-se *massa*, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo quadro 1, observa-se que o boro contribuiu para alterar significativamente o comprimento, o índice Micronaire, o peso de um capulho e a uniformidade de comprimento, não exercendo influência nas demais propriedades da fibra e características agrônômicas, no grupo de alta + média resposta esperada das plantas à adubação boratada. Nos casos de comprimento e peso do capulho, houve efeito positivo da adubação, confirmando os dados observados por Silva et al. (1979) num ensaio em casa de vegetação, com solo comprovadamente carente em boro para essa cultura. Os dados médios do peso de capulho, embora não significativos, mostrados na representação gráfica da equação de regressão - Figura 1 - cresceram sensivelmente com as primeiras doses do micronutriente, caindo de modo gradativo com as maiores, corroborando os resultados de Silva et al. (1995), nos quais esse tipo de resposta ficou bem caracterizado, na análise econômica da produção. O estudo de regressão revela uma elevação significativa ( $R^2 = 0,967^*$ ) do

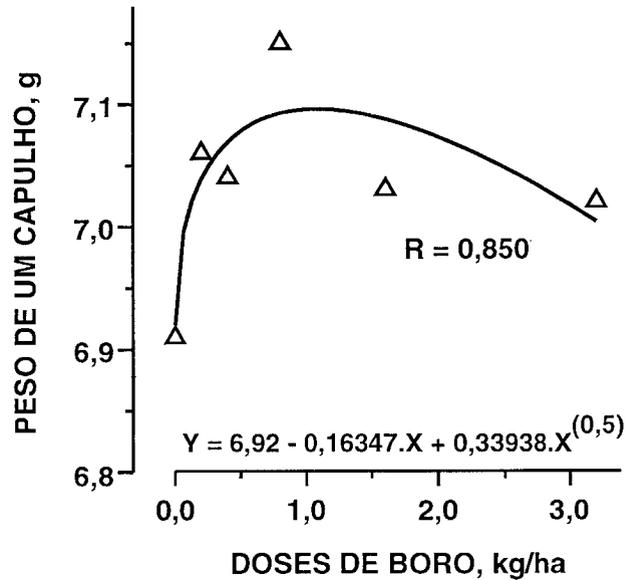


Figura 1. Representação da equação de regressão entre as doses de boro, em kg/ha, e o peso de um capulho (g), obtida para o grupo de alta + média resposta esperada das plantas à adubação boratada.

Quadro 1. Resultados médios de propriedades tecnológicas da fibra e de características agrônômicas do algodoeiro, dos ensaios regionais, instalados em solos de alta + média resposta esperada das plantas à adubação boratada, em 1979/80-1985/86, no Estado de São Paulo (<sup>1</sup>)

Tratamento Boro	Propriedades tecnológicas da fibra					Características agrônômicas		
	Comprimento	Uniformidade de comprimento	Maduridade	Índice Micronaire	Resistência Pressley	Porcentagem de fibra	Peso de cem sementes	Peso de um capulho
kg/ha	mm	%	%	índice	g/Tex	%	g	g
0,0	26,58	46,12	56,57	4,53	20,73	39,23	12,04	6,91
0,2	26,58	46,20	56,81	4,49	20,74	39,49	12,17	7,06
0,4	26,66	45,90	55,01	4,39	20,66	39,50	12,05	7,03
0,8	26,67	45,85	55,14	4,42	20,85	39,26	12,26	7,15
1,6	26,71	45,91	56,88	4,43	20,65	39,30	12,15	7,03
3,2	26,83	45,66	56,28	4,38	20,82	39,33	12,13	7,02
Média geral	26,67	45,94	56,11	4,44	20,74	39,37	12,13	7,03
C.V. (%)	1,81	2,26	6,92	5,95	3,24	1,74	3,84	4,03
'F'Doses	2,13**	1,65*	2,20	2,30*	0,65	1,31	1,47	2,46*

(<sup>1</sup>) Grupo estabelecido em função do histórico anterior das glebas, envolvendo oito ensaios instalados nos municípios de Pirassununga em 1983/84, 1984/85 e 1985/86, Conchal 1979/80 e 1983/84, Mogi-Mirim 1979/80, Bernardino de Campos 1982/83, e Guaíra 1983/84.

comprimento em função das doses aplicadas do micronutriente - Figura 2.

O quadro 1 mostra, ainda, que a finura da fibra diminuiu do tratamento testemunha para o de maior dose do micronutriente (3,2 kg/ha de B). Sabe-se que mediante a deficiência de boro, o algodoeiro costuma prolongar demasiadamente seu ciclo. Dessa forma, as plantas das parcelas testemunhas, sendo mais tardias, permanecem mais tempo no campo, aumentando as condições de polimerização das moléculas de glucose nas camadas secundárias das fibras, o que refletiu positivamente no índice Micronaire, que também é indicativo da maturidade. Em outros trabalhos, no entanto, o boro parece não ter alterado o presente índice (Carvalho, 1980, 1988, e Silva et al., 1982). Não foi encontrada, também, nenhuma referência bibliográfica relativa à uniformidade de comprimento que, no presente caso, diminuiu com a aplicação de boro.

No grupo de baixa resposta esperada (Quadro 2), por sua vez, o efeito significativo do boro ficou

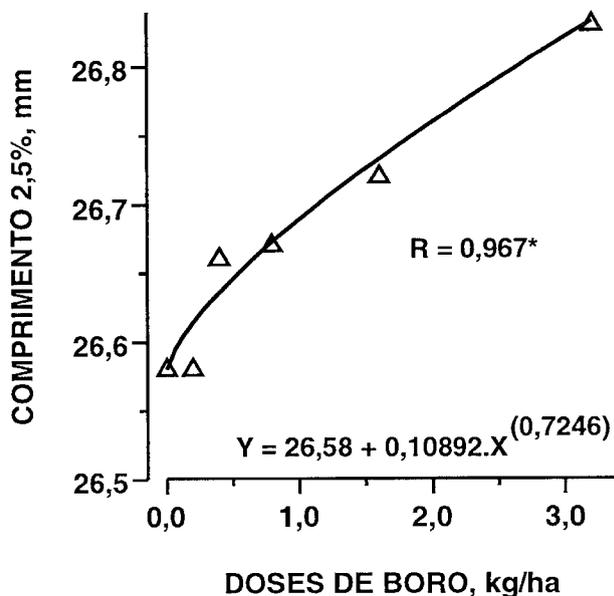


Figura 2. Representação da equação de regressão entre as doses de boro, em kg/ha, e comprimento da fibra, obtida para o grupo de alta + média resposta esperada das plantas à adubação boratada.

Quadro 2. Resultados médios de propriedades tecnológicas da fibra e de características agrônômicas do algodoeiro, dos ensaios regionais, instalados em solos de baixa resposta esperada das plantas à adubação boratada, em 1979/80-1985/86, no Estado de São Paulo (1)

Tratamento Boro	Propriedades tecnológicas da fibra					Características agrônômicas		
	Comprimento	Uniformidade de comprimento	Maturidade	Índice Micronaire	Resistência Pressley	Porcentagem de fibra	Peso de cem sementes	Peso de um capulho
kg/ha	mm	%	%	índice	g/Tex	%	g	g
0,0	26,27	45,11	54,90	4,37	21,59	39,60	11,87	7,02
0,2	26,41	45,40	54,85	4,41	21,74	39,52	11,81	7,07
0,4	26,56	45,30	54,22	4,43	21,44	39,62	11,81	7,06
0,8	26,48	45,13	53,93	4,43	21,45	39,41	11,88	6,98
1,6	26,37	45,11	53,46	4,34	21,68	39,70	11,71	7,00
3,2	26,48	45,10	55,46	4,36	21,45	39,13	11,83	7,02
Média geral	26,43	45,19	54,47	4,39	21,56	39,50	11,82	7,03
C.V. (%)	2,45	2,05	6,76	4,74	2,87	1,59	3,71	4,57
'F'Doses	0,86	0,92	1,43	1,16	1,59	3,85*	0,84	0,47

(1) Grupo estabelecido em função do histórico anterior das glebas, envolvendo seis ensaios instalados nos municípios de São João das Duas Pontes 1979/80, Nhandeara 1979/80, Aguaf 1980/81, Ilha Solteira 1981/82, Santa Cruz da Conceição 1982/83 e Leme 1985/86.

restrito somente à porcentagem de fibra, com diminuição dos seus valores na dose de 3,2 kg/ha de B, confirmando os resultados de Carvalho (1980).

No quadro 3, apresentam-se os dados médios de propriedades tecnológicas da fibra e de características agrônômicas, obtidos no ensaio de longa duração, de Guaíra (SP). Observa-se efeito significativo pelo acúmulo de boro, somente para o peso de cem sementes e de um capulho. De fato, todos os tratamentos contendo o micronutriente proporcionaram sementes e capulhos mais pesados, quando comparados com a testemunha. Esses efeitos foram observados também por Coleman (1945), ao concluir que a adubação boratada incrementa principalmente o número de capulhos por planta, embora possa aumentar também a sua massa até em 8%. Carvalho (1980), Silva et al. (1982) e Carvalho (1988) indicam acréscimos médios sobre o peso de capulho de 4, 7 e 3% respectivamente. O estudo de regressão aplicado aos dados de peso de cem sementes e de um capulho é mostrado nas figuras 3 e 4.

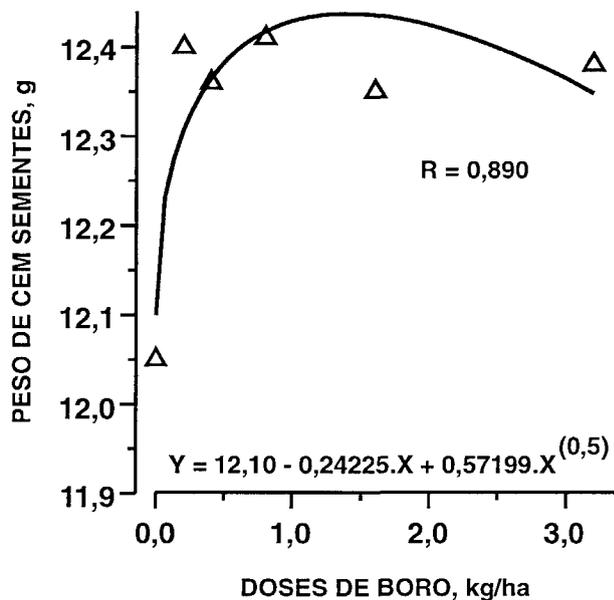


Figura 3. Representação da equação de regressão entre as doses de boro, em kg/ha, e o peso de cem sementes, obtida no ensaio de caráter permanente instalado em Guaíra (SP).

Quadro 3. Resultados médios de propriedades tecnológicas da fibra e de características agrônômicas, obtidos no ensaio de longa duração, com adubação boratada, 1983/84-1992/93, em Guaíra (SP)

Tratamento Boro	Propriedades tecnológicas da fibra					Características agrônômicas		
	Comprimento	Uniformidade de comprimento	Maturidade <sup>(1)</sup>	Índice Micro-naire	Resistência Pressley	Porcentagem de fibra	Peso de cem sementes	Peso de um capulho
kg/ha	mm	%	%	índice	g/Tex	%	g	g
0,0	26,61	46,76	56,92	4,71	22,11	39,71	12,05	6,71
0,2	26,80	46,59	56,57	4,77	21,98	39,68	12,40	6,90
0,4	26,87	46,57	56,18	4,71	22,19	39,53	12,36	6,94
0,8	26,73	46,26	57,03	4,78	22,16	39,45	12,41	6,94
1,6	26,84	46,37	56,42	4,78	22,15	39,76	12,35	6,92
3,2	26,82	46,42	56,57	4,74	22,23	39,52	12,38	6,89
Média geral	26,78	46,49	56,61	4,75	22,13	39,61	12,33	6,88
C.V. (%)	1,99	2,12	5,96	4,75	2,74	2,00	4,14	4,27
'F'Doses	1,74	1,80	0,31	1,06	1,07	1,30	3,93**	4,75**

<sup>(1)</sup> Resultados relativos ao período de 1984/89.

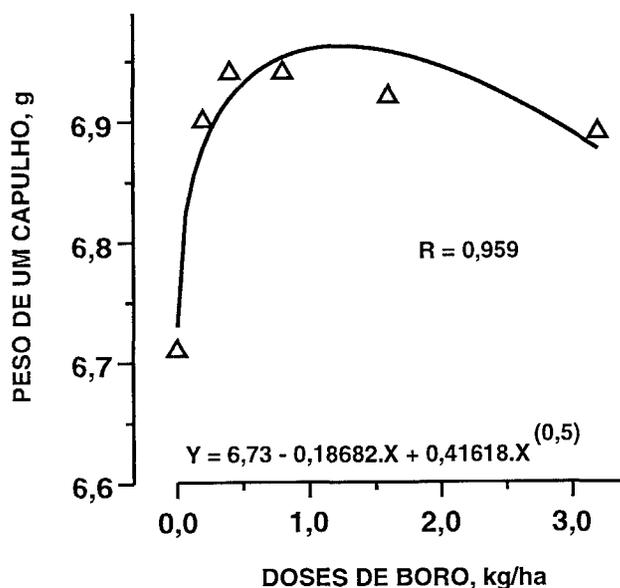


Figura 4. Representação da equação de regressão entre as doses de boro, em kg/ha, e o peso de um capulho, obtida no ensaio de caráter permanente instalado em Guafrá (SP).

A exemplo do que ocorreu com o estudo do peso de capulho nos ensaios regionais de média e alta resposta esperadas, também as curvas de resposta de capulho e semente se assemelham muito à da produção, apresentada por Silva et al. (1995). Nota-se, nas últimas figuras, que o peso de capulho e de semente crescem com as primeiras doses do nutriente até um máximo de 1 kg/ha de B e que seus valores caem com o acúmulo das doses maiores.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Em solos corrigidos e continuamente cultivados, mas pouco adubados com boro, onde se esperava uma reação favorável do algodoeiro, em termos de produção, os efeitos positivos da adubação se estenderam para o peso de capulho e para o comprimento da fibra; a porcentagem de fibra e a uniformidade de comprimento, no entanto, diminuíram com a aplicação de B.

2. Em solos que já haviam recebido o boro nas adubações anuais, caracterizados, portanto, como de baixa resposta esperada, não se observou efeito do micronutriente em nenhuma das características estudadas.

3. Com o acúmulo de boro no solo por meio de adubações anuais com o micronutriente, observou-se, no grupo de média resposta esperada, à semelhança do que ocorreu com a produção de algodão em caroço, efeito crescente sobre o peso de capulho até a dose estimada de aproximadamente 1 kg/ha de B.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, L.H. Efeitos da calagem e da adubação boratada sobre o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) cultivado em latossolo vermelho-amarelo - fase arenosa. Piracicaba, 1980. 64p. Tese (Mestrado), ESALQ/USP, 1980.
- CARVALHO, L.H. Aplicação de boro na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. latifolium Hutch). Piracicaba, 1988. 76p. Tese (Doutorado), ESALQ/USP, 1988.
- COLEMAN, R. Yield and quality of cotton can be improved by boron. *Better Crops*, New York, 21(4):18-20; 48-50, 1945.
- SABINO, N.P.; GRIDI-PAPP, I.L.; KONDO, J.I. & CARNEIRO, J.B. Maturidade da fibra de algodão determinada pelo Fibrógrafo modelo 430. *Bragantia*, Campinas, 39(9):69-77, 1980.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; BATAGLIA, O.C. & HIROCE, R. Efeitos do boro em algodoeiro cultivado em condições de casa de vegetação. *Bragantia*, Campinas, 38(16):153-164, 1979.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; KONDO, J.I.; BATAGLIA, O.C.; HIROCE, R.; BORTOLETTO, N. & SABINO, J.C. Estudo regional da adubação boratada do algodoeiro no Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 50(2):341-358, 1991.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E.J.; SABINO, N.P. & HIROCE, R. Efeito de doses de boro aplicadas no sulco de plantio do algodoeiro em solo deficiente. *Bragantia*, Campinas, 41:181-191, 1982.
- SILVA, N.M.; CARVALHO, L.H.; KONDO, J.I.; BATAGLIA, O.C. & ABREU, C.A. Dez anos de sucessivas adubações com boro no algodoeiro. *Bragantia*, Campinas, 54(1):177-185, 1995.