DOSES DE BORO NA CULTURA DO PIMENTÃO
(*Capsicum annuum* L.) cv. MAGDA

SIMONE DA COSTA MELLO

Engenheira Agrônoma

Orientador: **Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN**

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

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Novembro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Divisão de
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Mello, Simone da Costa
M527d Doses de boro na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*
L.) cv. Magda. Piracicaba, 1994.
54p. ilus.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Boro em pimentão - Dosagem 2. Pimentão - Nutrição
I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 635.643

DOSES DE BORO NA CULTURA DO PIMENTÃO
(*Capsicum annuum* L.) cv. MAGDA

Autora: SIMONE DA COSTA MELLO

Aprovada em 19-12-94

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN	ESALQ/USP
Prof. Dr. KEIGO MINAMI	ESALQ/USP
Prof. Dr. JOÃO TESSARIOLI NETO	ESALQ/USP

Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN

- Orientador -

Aos meus pais,
Marcos e Araci
e ao meu irmão,
Paulo

DEDICO

À minha avó,
Yolanda

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Antonio Roque Dechen pela orientação e apoio.

Ao prof. Dr. Keigo Minami pela indispensável colaboração e apoio.

Ao prof. Dr. João Tessarioli Neto pelas críticas e sugestões.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante a realização do curso.

Aos funcionários da "Horta", Francisco A. Rossate, José Nolasco Filho, Aparecido D. Serrano, Valdevino A. Vieira e Antônio Rodrigues dos Santos pelos serviços prestados.

Aos funcionários do Setor de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Química da ESALQ, Nivanda de Moura, Lurdes A.D. Gonzales, Lúcia H. Forti, Fernando E. Ré e Ednéia C.S. Mondoni pela execução das análises; a Mirtez V. Sesso e Sueli M.A.C. Bovi pela colaboração.

Ao prof. Dr. Ricardo Ferraz de Oliveira pela execução do Summary.

Aos amigos Ariane, Conceição, Cris, Marise, Mônica, Robinson, Silvana e Vera pela convivência.

À Clotilde M. Batochio Cunha pela execução da datilografia e amizade.

À todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram para a execução desse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Boro no solo.....	2
2.2. Boro na planta.....	3
2.3. Exigências nutricionais do pimentão.....	5
2.4. Respostas do pimentão à aplicação de boro.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Local.....	9
3.2. Clima.....	10
3.3. Condução do experimento.....	11
3.4. Tratamentos e delineamento experimental.....	12
3.5. Cultivar.....	13
3.6. Parâmetros avaliados.....	13
3.7. Análise estatística dos dados.....	17

	vi
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Aspecto geral da cultura.....	18
4.2. Parâmetros morfológicos.....	20
4.3. Composição mineral das plantas.....	28
4.4. Composição mineral dos frutos.....	35
5. CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICE.....	47

DOSES DE BORO NA CULTURA DO PIMENTÃO**(*Capsicum annuum* L.) cv. MAGDA****Autora: SIMONE DA COSTA MELLO****Orientador: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN****RESUMO**

O experimento foi conduzido de fevereiro a junho de 1994, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP (22°42'30"S, 47°38'00"W, 576m), objetivando-se estudar doses de boro em parâmetros morfológicos e na composição química de plantas de pimentão cultivar Magda.

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro doses de bórax aplicadas nas covas de plantio (0, 5, 10 e 20 kg/ha) e quatro repetições. Avaliaram-se os parâmetros altura, número de folhas, número de flores, peso da matéria seca das folhas, hastes e pecíolos, peso da matéria seca da parte aérea e composição mineral das folhas mais pecíolos e hastes, em cinco épocas de amostragem (30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplante). Foram avaliados também, aos 40 dias após o

transplante, o peso do material verde dos frutos e a composição mineral do pericarpo e das sementes dos mesmos.

As doses de bórax não influenciaram os parâmetros morfológicos e os teores de macronutrientes e de Cu, Fe, Mn e Zn da parte vegetativa e dos frutos. Os teores de B nos órgãos vegetativos estudados aumentaram em função das doses de bórax, sendo que nos frutos não houve efeito.

O maior acúmulo de nutrientes ocorreu nos estádios iniciais do ciclo vegetativo da planta, sendo que os teores nas folhas mais pecíolos foram superiores aos das hastes. Nos frutos as concentrações no pericarpo e nas sementes foram aproximadamente as mesmas nas quatro doses de bórax utilizadas; os teores de B, entretanto, foram superiores nas sementes para todos os tratamentos.

DOSES OF BORON ON PEPPER PLANTS (*Capsicum annuum* L) cv. MAGDA**Author: SIMONE DA COSTA MELLO****Adviser: Prof. Dr. ANTONIO ROQUE DECHEN****SUMMARY**

Experimental measurements were made from February to June of 1994 at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP in Piracicaba-SP (22°42'33" S, 47°38'00" W, 576m) in order to study the effects of different boron concentrations on morphological characteristics and mineral composition of pepper plants, cultivar Magda. The experiment was laid out in a randomized block design with four treatments (0; 5; 10 e 20 kg/ha of borax) with four replications each. The morphological characteristics evaluated were plant height, number of leaves per plant, number of flowers per plant, leaves, stems, petioles and aerial part dry weight, and mineral composition of leaves plus petioles and stems at five different stages of pepper growth developmental cycle, i.e. 30, 45, 60, 75 and 90 days after transplantation. In addition, fruit and pericarp fresh weight and seed mineral composition at 40 days after transplantation were evaluated.

The results showed that different concentrations of borax did not affect the morphological characteristics nor the macronutrients and Cu, Fe, Mn and Zn in level of vegetative part and fruits. The B level in the plant increased with the applied borax concentrations while it remained unchanged in the fruits. The greatest accumulation of nutrients took place at early stages of development of the crop. The level of nutrients in the leaves plus petioles was found to be higher than that of the stems. For the pericarp and seeds, the concentrations of nutrients did not vary among the treatments but the B level in the seeds was higher for all treatments.

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família Solanaceae, constitui-se numa fonte importante de vitaminas A e C, estando entre as dez hortaliças mais consumidas no Brasil, tanto na forma de frutos verdes como de frutos maduros, ou ainda como produto industrializado na forma de pó.

Trata-se de uma cultura olerícola cultivada em diferentes regiões do mundo, tendo-se de acordo com a Food and Agriculture Organization (FAO) em 1992, uma produção total de 9.638.000 t. No Brasil, a produção estimada para o ano de 1993 foi de 269.000 t, sendo que o Estado de São Paulo contribuiu com 12,1% (CAMARGO & CAMARGO FILHO, 1994).

Apesar de sua reconhecida importância econômica, em função dos trabalhos apresentados nos últimos Congressos Brasileiros de Olericultura (1985 a 1994), pode-se inferir que o gênero *Capsicum* é pouco estudado no Brasil, uma vez que de um total de 2257 pesquisas, 73 eram a ele referentes. Considerando-se a nutrição mineral e a adubação da cultura, apenas cinco tratavam do assunto, sendo um deles sobre o micronutriente boro.

Em função do exposto, o presente trabalho teve por objetivo verificar os efeitos de doses de bórax sobre parâmetros morfológicos e sobre a composição mineral, em diferentes estádios de desenvolvimento, no pimentão cv. Magda.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Boro no solo

O Boro está presente em um grande número de minerais, embora poucos apresentem alguma importância pelo seu valor econômico ou pela quantidade presente nas rochas (MARCONI et al., 1980). Dentre eles, a turmalina é o mais importante, contendo de 3 a 4% de B, apresentando, no entanto, baixa solubilidade.

O teor de B total nos solos varia de 20 a 200 ppm, sendo que a fração disponível às plantas (B solúvel em água quente) está na faixa de 0,4 a 5 ppm (GUPTA, 1979). Para BERGER & PRATT (1963), grande parte do B total no solo está preso à matéria orgânica, que se constitui como fonte principal do elemento para atender as exigências das plantas (MALAVOLTA, 1980). Sua mineralização o libera para a solução do solo podendo dessa maneira ser absorvido pelas raízes das plantas, ser perdido por lixiviação ou ser adsorvido pelos minerais de argila.

Experimentos de longa duração em condições de campo, realizados por MAHLER et al. (1985), mostraram que o teor de B disponível foi menor no solo com matéria orgânica não incorporada, que naquele com matéria orgânica incorporada.

Na solução aquosa do solo, o B encontra-se principalmente como ácido bórico $[B(OH)_3]$ não dissociado, razão pela qual ele pode ser tão facilmente lixiviado. Age como acceptor de prótons (PARFITT, 1978) conforme a reação que se segue:

A formação do ânion borato $[B(OH)_4^-]$ só é significativa em pH alto, fato que pode explicar o aumento da adsorção de B com a elevação do pH, onde a máxima foi encontrada no pH 9,0 (HINGSTON et al., 1974).

Além do pH e da matéria orgânica, diversos outros fatores afetam a disponibilidade de B nos solos tais como: compostos de ferro e alumínio, tipo de argila, textura e umidade do solo e interações com outros nutrientes.

2.2. Boro na planta

O B é absorvido pelas plantas como ácido bórico não dissociado, embora o processo ainda não esteja bem compreendido. É um elemento imóvel encontrando-se maiores teores nas partes superiores da planta.

O transporte desse elemento ocorre no xilema, sendo fortemente influenciado pela taxa de transpiração. Ele não participa de reações de quelação ou enzimáticas (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Atribui-se ao boro as seguintes funções fisiológicas: participa do metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares através das membranas; síntese de ácidos nucleicos e de fitohormônios; formação de paredes celulares; divisão celular; fotossíntese; metabolismo de proteínas; estabilidade das membranas celulares (DUGGER, 1983; PILBEAM & KIRKBY, 1983; MARSCHNER, 1986).

A carência de B afeta o metabolismo de carboidratos reduzindo o transporte dos assimilados das folhas para os tecidos meristemáticos da parte aérea e das raízes, que sofrem paralização de crescimento (GUPTA, 1979).

Os sintomas de sua deficiência se manifestam nas folhas jovens que ficam enrugadas, deformadas e espessas e juntamente com as hastes tornam-se quebradiças. À medida que os sintomas progridem, o ponto de crescimento terminal morre e a formação de flores e frutos é prejudicada ou inibida. O desenvolvimento do sistema radicular também é afetado (MENGEL & KIRKBY, 1987).

Na cultura do pimentão, as plantas deficientes em B são menores, compactas, as folhas mais velhas curvam-se para dentro e as mais novas são menores, enrugadas na base, translúcidas e aparentemente mais grossas, o caule e as folhas tornam-se quebradiços, há abortamento total das flores e não há formação de frutos (FONTES & MONNERAT, 1984). De acordo com CORREIA et al. (1977), o sistema radicular é severamente afetado, pouco desenvolvido, com necrose nos ápices.

A toxicidade do elemento nas culturas provavelmente ocorre quando o nível de B solúvel em água quente no solo excede 5 ppm, causando sintomas semelhantes na maioria das plantas, ocorrendo no início, amarelecimento das pontas e

das margens das folhas, seguido por necrose e morte do tecido (ADRIANO, 1986). Segundo esse autor, o pimentão é classificado como uma espécie semi-tolerante ao excesso de B no substrato, sendo capaz de suportar níveis crescentes do elemento com uma menor redução no desenvolvimento ou rendimento.

2.3. Exigências nutricionais do pimentão

A absorção de nutrientes pelas plantas é controlada pela concentração externa ou fornecimento de nutrientes pela solução do solo, sendo que o nível de nutrientes na mesma deve ser adequado para que suas taxas de absorção não sejam limitantes ao crescimento. Além disso não deve ser excessivo, o que reduziria o desenvolvimento da planta em virtude da toxidez ou interferência na absorção de outros nutrientes (FONTES & MONNERAT, 1984).

De acordo com esses autores, de maneira geral, a fase de rápido desenvolvimento da cultura ocorre juntamente com um grande aumento na absorção de nutrientes pela planta, com a taxa de absorção de nutrientes declinando quando a taxa de crescimento diminui.

Em cultivo hidropônico, com a cultivar Lamuyo, os teores médios de B nas folhas, talos, pecíolos, raízes e frutos foram respectivamente: 42, 17, 26, 26 e 19 mg/l (ZORNOZA & AROZARENA, 1986).

Cultivando pimentão cultivar Ikeda em solução nutritiva, OLIVEIRA et al. (1971) verificaram que a planta extraiu aos 116 dias, 11, 8, 44, 27 e 12 g/ha de

B, Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente, considerando-se uma população de 31.250 plantas/ha. Segundo FERNANDES (1971) a cultura do pimentão absorveu 84,3; 64,8; 51,2; 8,4; 5,4 e 4,8 kg/ha de K, Ca, N, Mg, S e P. Verificou também que a extração de Cu, Fe, Mn e Zn foi de 26,84, 452,31, 113,84 e 98,81 g/ha, respectivamente. A maior porcentagem de absorção dos macronutrientes ocorreu no período de 75 a 100 dias.

HAAG et al. (1970) e MILLER et al. (1979) observaram que o maior acúmulo de N, P, K, Ca e Mg ocorreu nos estádios iniciais do ciclo da planta até o aparecimento dos primeiros frutos. A maior taxa absoluta de absorção daqueles nutrientes em kg/ha/dia ocorreu quando a maioria dos parâmetros de crescimento também atingiram seus máximos.

2.4. Respostas do pimentão à aplicação de boro

Segundo CORREIA et al. (1977) o pimentão é muito sensível à deficiência de boro, ocorrendo reduções no peso da matéria seca total, número de ramos, folhas e flores, aos 77 dias após a semeadura nas plantas deficientes em boro.

A deficiência de B em pimentão cv. Zlaten Medal, cultivado em solução nutritiva reduziu o conteúdo de clorofila em 84,23%, a taxa fotossintética em 68,3%, a área foliar em 82,72% e a produtividade biológica em 77,95% (PANDEV et al., 1981).

Para o cultivar Bolgarskii, a aplicação de ácido bórico a 0,05%, via foliar, resultou em aumento do conteúdo de clorofila (ALBEGOV, 1972).

A aplicação de B, no início da formação do botão ou antes do florescimento, aumentaram o conteúdo de matéria seca dos frutos, o teor de açúcares e o conteúdo de vitamina C (ALBEGOV & RATSKEVICH, 1972).

ZUBANOVA & NEZHNEV (1975) verificaram que a aplicação de B no solo, durante o florescimento, resultaram em maiores produções quando comparados com outros nutrientes. Incrementos de produção, da ordem de 6,7 t/ha foram obtidos com a aplicação de 20 kg/ha de bórax na cultura do pimentão (HORINO et al., 1980).

Em experimento de campo com pimentão cv. Vinedale, cujo solo apresentava pH igual a 7,2 e 28,9% de matéria orgânica, a aplicação de um produto comercial contendo quelato de Fe-EDTA - 3%, Mn-EDTA - 3%, Cu-EDTA - 1,5%, Zn-EDTA - 3% e ácido bórico - 0,2% resultou em aumento na produção de frutos (NAVROT & LEVIN, 1976).

Pulverizações foliares com um produto comercial contendo NPK + Mg, Fe, Zn, Mn, B e Cu a 0,2% proporcionaram as maiores produções totais (17,76 - 18,62 t/ha), na cultura do pimentão cv. Yelowinder (ALLA et al., 1984). HUSAIN et al. (1989) também observaram aumentos significativos de produção com pulverizações foliares de B a 0,1%, aos 30, 60 e 75 dias após o transplante.

Para diversas cultivares de pimentão, RAJAMANI et al. (1992) constataram que as aplicações foliares de 2 e 5 ppm de bórax, aos 20, 40, 60 e 80 dias após o transplantio, aumentaram o número de flores por planta e a porcentagem de frutos em relação ao controle.

Além dos efeitos do B nos parâmetros já citados, este micronutriente interfere no equilíbrio nutricional do pimentão. SANTOS et al. (1990), cultivando pimentão cv. Ikeda em solução nutritiva, com as doses de 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 ppm de B verificaram que teores significativamente maiores de Mg e Cu foram encontrados com a aplicação de 2,00 ppm de B. A largura das folhas e o teor de B também foram afetados positivamente pelas doses maiores de B, enquanto que 0,25 ppm resultou na maior produção de frutos.

SALINAS et al. (1982), entretanto, não constataram aumentos nos teores foliares de macro e micronutrientes, exceto para boro em função das aplicações de níveis de boro (0; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 ppm de B) no substrato.

KEREN et al. (1985) verificaram que o peso seco das folhas de pimentão foi linearmente correlacionado com o teor de B no tecido das mesmas. Aumentando-se os conteúdos nos tecidos (4, 8, 12, 16 e 20 mol kg⁻¹.10²) houveram decréscimos nos pesos secos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, situada no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas são: latitude $22^{\circ}42'30''$ S, longitude $47^{\circ}38'00''$ W e altitude média de 576m.

O solo do local do experimento foi classificado como Terra Roxa Estruturada Eutrófica, A moderada, argilosa.

Para a realização da análise química do solo, cujos resultados encontram-se na Tabela 1, percorreu-se a área ao acaso, retirando-se 20 amostras simples na profundidade de 0 - 20 cm para formar uma única amostra composta, enviada ao laboratório.

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental a/.

Pres	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V	B*
$\mu\text{g}/\text{cm}^3$	%	CaCl_2	meq/100 cm^3						%	mg/l
887,90	4,04	5,20	0,96	2,22	1,54	2,77	4,70	7,50	63	1,09

* B em água quente 1:2.

a/ Laboratório do Departamento de Química - Setor de Nutrição Mineral de Plantas da ESALQ/USP. Piracicaba-SP, 1994.

3.2. Clima

O clima da região, pela classificação climática de Köppen, enquadra-se no subgrupo Cwa, ou seja, sub-tropical úmido com estiagem no inverno, também denominado de tropical de altitude (CAMARGO et al., 1974).

Os dados meteorológicos correspondentes ao período de condução do ensaio foram obtidos no Posto Meteorológico da ESALQ/USP e estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de temperaturas máxima, mínima e média, e precipitações obtidos durante a condução do ensaio. Piracicaba(SP), 1994.

Mês do Ano	Período	Temperaturas (°C)			Precipitação (mm)
		máxima	mínima	média	
Fevereiro	24 a 28	31,64	20,44	26,04	14,70
Março	1ª quinzena	29,29	18,27	23,78	79,80
	2ª quinzena	30,01	18,73	24,37	142,90
Abril	1ª quinzena	29,23	15,82	22,28	6,10
	2ª quinzena	28,98	17,43	23,33	108,80
Maio	1ª quinzena	27,98	15,93	21,96	39,70
	2ª quinzena	25,78	14,09	19,93	16,50
Junho	1ª quinzena	25,18	11,55	18,43	4,10

3.3. Condução do Experimento

O experimento foi instalado em uma área previamente arada, nivelada e sulcada. Em função dos resultados da análise química do solo (Tabela 2) dispensou-se a adubação de plantio.

As mudas foram produzidas e cedidas pela empresa GIOPLANTA, localizada em Monte Mor (SP), no sistema de bandejas, sob condições de estufa, cuja semeadura ocorreu em 05 de fevereiro de 1994.

Em 24 de fevereiro de 1994 as mudas foram transplantadas para o local definitivo, em covas, no espaçamento de 1.00 x 0,5 m entre plantas.

Foram realizados em 10 e 30 de março de 1993, adubações nitrogenadas de cobertura, aplicando-se 5 g de uréia por planta. Nesta última data também procedeu-se ao tutoramento das plantas.

Pulverizações quinzenais para o controle de pragas foram feitas através das aplicações dos produtos comerciais Phosdrin, Tamaron e Sevin. Para o controle de doenças realizou-se aplicações também quinzenais com Ridomil, Rovral e Dithane M45.

As capinas e as irrigações por aspersão foram efetuadas de acordo com as necessidades da cultura.

Para as avaliações dos parâmetros a serem posteriormente descritos, exceto a análise química e o peso dos frutos, realizou-se cinco amostragens, aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após o transplante. Aos 30 e 45 dias foram amostradas 3 plantas/parcela, e nas demais amostraram-se 2 plantas/parcela.

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 4 repetições, sendo os tratamentos compostos pelas doses de bórax (11,5% de boro) via solo: 0, 5, 10 e 20 kg/ha.

Cada parcela experimental foi composta de 20 plantas ocupando uma área de 10 m², com uma densidade de 20.000 plantas/ha.

As aplicações de bórax foram feitas nas covas de plantio, misturando-se bem com o solo a fim de uniformizar.

3.5. Cultivar

O cultivar de pimentão (*Capsicum annuum* L.) utilizado foi o Magda, derivado do Agrônomo 10, cujos frutos são de formato cônico com quatro septos, coloração verde-intensa, superfície uniforme, peso médio de 90 a 100 g, comprimento de 14 a 16 cm e largura de 6 a 8 cm (SOUZA & CASALI, 1984).

3.6. Parâmetros avaliados

3.6.1. Altura de plantas

As plantas amostradas foram levadas para o laboratório, onde mediu-se o comprimento das mesmas.

3.6.2. Número de flores por planta

Determinou-se para as plantas amostradas o número de flores, considerando como tal os botões e as flores abertas.

A contagem iniciou-se na segunda época, pois na primeira amostragem (30 dias após o transplante), as plantas se encontravam apenas em estágio vegetativo.

3.6.3. Número de folhas por planta

Contou-se também o número de folhas por planta, para as cinco épocas descritas.

3.6.4. Peso da matéria seca da parte aérea

As plantas coletadas foram lavadas no laboratório com uma solução contendo 1 ml de detergente em 1 litro de água e depois repassadas em água corrente e posteriormente em água deionizada.

Após esta etapa, elas foram colocadas em balcões, sobre papel para secagem do excesso de água. Em seguida, cada planta foi separada em folhas (F), hastes (H) e pecíolos (PL).

As partes foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas na estufa, com circulação forçada de ar a 70°C, por um período mínimo de 48 horas. As amostras foram pesadas em balança eletrônica com precisão de centésimos de gramas, obtendo-se o peso do material seco em gramas.

A partir das pesagens calculou-se o peso da matéria seca da parte aérea.

3.6.5. Estimativa da área foliar

Para se estimar a área foliar, utilizou-se o método de uso de áreas conhecidas de lâminas descrito por BENINCASA (1988). Retirou-se 10 círculos de folhas totalmente abertas e maduras por planta, com o auxílio de um vazador de diâmetro conhecido, evitando-se a região sobre as nervuras principais. Os círculos e o restante das folhas foram acondicionados em sacos de papel separados e colocados em estufa a 70°C, por um período mínimo de 48 horas.

A área foliar (AF) em dm² foi estimada a partir das relações entre a matéria seca dos discos (MSD), a área total dos discos (AD) e a matéria seca total das folhas amostradas (MST), obtida pela soma da matéria seca dos discos e do restante das folhas, conforme a equação abaixo:

$$AF = \frac{AD \times MST}{MSD}$$

3.6.6. Análise química das plantas e dos frutos

A matéria seca das folhas e dos pecíolos das plantas de cada parcela, foram misturadas, procedendo-se da mesma forma para as hastes.

As folhas + pecíolos (F + PL) e hastes (H) foram moídas em moínho tipo Wiley, para a posterior análise química.

Para análise química dos frutos, coletou-se cinco frutos ao acaso por parcela que foram separados em pericarpo (P) e sementes (S), aos 40 dias após o transplante. Procedeu-se a secagem e a moagem.

As amostras de folhas e de frutos moídas foram enviadas ao laboratório do Setor de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Química da ESALQ/USP, para a determinação dos teores de nutrientes minerais, conforme a metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974) e BATAGLIA (1983):

- Nitrogênio: método Micro-Kjeldahl
- Fósforo: método colorimétrico
- Enxofre, Potássio, Cálcio, Magnésio, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco: espectrofotometria de absorção atômica
- Boro: colorimetria da azometina H.

3.6.7. Peso dos frutos

A colheita dos frutos iniciou-se em 05 de abril de 1994 e estendeu-se por 3 meses, sendo a última avaliação realizada em 14 de junho de 1994. Os frutos foram pesados em balança digital, com precisão de décimos de gramas.

3.7. Análise estatística dos dados

A análise de variância foi realizada obedecendo ao delineamento em blocos ao acaso para o parâmetro peso dos frutos (NOGUEIRA¹).

Para o peso da matéria seca das partes da planta e análise química das plantas as análises de variâncias seguiram ao delineamento em blocos com parcela subdividida (NOGUEIRA¹).

Nos demais parâmetros avaliados as análises de variâncias obedeceram ao delineamento em blocos com parcela subdividida (NOGUEIRA¹).

Os dados obtidos foram analisados pelo teste F e as médias do fator partes foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, sendo que para os fatores doses e épocas efetuou-se análise de regressão polinomial (GOMES, 1987).

¹ NOGUEIRA, M.C.S. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, SP). Comunicação Pessoal, 1994.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Aspecto geral da cultura

Considerando-se o desenvolvimento das plantas no campo, pôde-se observar que aquelas que receberam a aplicação de 20 kg/ha de bórax apresentaram sintomas iniciais de toxidez, aos 15 dias após o transplante. Ocorreu amarelecimento das pontas das folhas seguido por necrose. Além disso tinham um crescimento mais lento quando comparado com a testemunha (Figura 1). Contudo tais sintomas desapareceram ao longo do desenvolvimento da cultura.

Esses resultados sugerem que a dose de bórax em questão foi excessiva, nestas condições experimentais em que o solo apresentava 1,09 mg/l de B. SALINAS et al.(1982) também verificaram efeitos fitotóxicos em pimentão com o aumento das doses de boro em solução nutritiva (0; 0,25; 1; 2; 4; 8; 16 mg/l de boro).

Figura 1. Aspecto das plantas, aos 15 dias após o transplante, referentes à testemunha (A) e ao tratamento 20 kg/ha de bórax (B).

4.2. Parâmetros morfológicos

Para os parâmetros altura, número de folhas, número de flores, estimativa da área foliar, peso da matéria seca das partes da planta e peso da matéria seca da parte aérea as análises de variâncias não acusaram efeitos significativos entre as doses de bórax; ocorreram diferenças significativas somente entre as épocas. O peso do material verde dos frutos, amostrados aos 40 dias após o transplante, também não foram afetados pelas doses de bórax. Tais resultados podem ser explicados pelo teor de B presente na solução do solo, considerado adequado para a cultura. Outra possível explicação seria devido ao fato da cultura de pimentão ser classificada como semi-tolerante ao excesso de boro no substrato.

SALINAS et al. (1982) também verificaram que níveis de B em solução nutritiva não afetaram o rendimento da cultura de pimentão. Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS et al. (1990), onde o número de folhas definitivas e o peso médio dos frutos não foram afetados pelas doses de boro (0,25; 0,50; 1,00; 2.00 mg/l). Entretanto NAVROT & LEVIN (1976) constataram que a aplicação de 2 kg/ha de bórax no solo reduziu a produção da cultura, enquanto que KEREN et al. (1985) verificaram reduções no peso da matéria seca foliar com o aumento das doses de boro no solo.

As plantas apresentaram um crescimento linear em função das épocas de amostragem, conforme ilustra a Figura 2. ZORNOZA & AROZARENA (1986) constataram, entretanto, que o maior incremento em altura (86%) se deu entre 75 a 99 dias após o transplante, para a cultivar Lamuyo.

Para o número de folhas ajustou-se uma regressão quadrática em função dos períodos de amostragem (Figura 3). As maiores porcentagens de aumento ocorreram no início do ciclo vegetativo. O mesmo comportamento ocorreu para a estimativa da área foliar (Figura 5).

O número de flores aumentou linearmente com os períodos de amostragem (Figura 4). Esse resultado era esperado uma vez que aos 90 dias após o transplante a cultura ainda se encontrava em pleno estágio reprodutivo.

A distribuição da matéria seca das partes da planta ao longo do tempo é mostrado na Figura 6. Observa-se que as folhas contribuíram mais no peso do material seco em relação às hastes até o terceiro período de amostragem. A partir dos 75 dias as hastes superaram os valores relativos às folhas. O peso do material seco dos pecíolos foi sempre inferior ao das outras partes. Em concordância, MILLER et al. (1979) verificaram também maior contribuição das folhas (53%) em relação às hastes, aos 42 dias após o transplante, sendo que aos 70 dias 27% e 16% eram referentes às folhas e hastes, respectivamente.

Considerando a matéria seca da parte aérea observa-se incrementos crescentes em função das épocas de amostragem, sendo que a maior porcentagem de aumento ocorreu aos 45 dias após o transplante (Figura 7).

A maioria dos parâmetros morfológicos, portanto, tiveram suas porcentagens máximas de aumento no início do ciclo vegetativo, juntamente com a fase de rápido desenvolvimento da cultura.

Figura 2. Altura das plantas (cm) de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 3. Número de folhas por planta de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 4. Número de flores por planta de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 5. Área foliar em dm² por planta de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 6. Peso seco das folhas (F), hastes (H) e pecíolos (PL) em gramas, por planta de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 7. Peso seco da parte aérea por planta de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

4.3. Composição mineral das plantas

Com exceção do B, os demais nutrientes não foram afetados pelas doses de bórax, havendo efeito significativo somente entre as épocas.

As concentrações médias de B nas plantas aumentaram linearmente com as doses de bórax aplicadas no solo (Figura 8). SANTOS et al. (1990), SALINAS et al. (1982) e KEREN et al. (1985) também observaram aumentos na concentração de boro nas folhas, à medida do seu acréscimo no substrato. De acordo com KEREN et al. (1985) os aumentos no conteúdo do elemento em questão no tecido vegetal estão associados com decréscimos na matéria seca das folhas, discordando dos resultados obtidos neste ensaio, uma vez que a matéria seca do material vegetal não foi afetada. Uma possível explicação para estes resultados distintos é a utilização de doses bem superiores de B aplicadas no solo em relação aquelas referentes a este ensaio.

Observou-se ainda que não houve diferença significativa entre as folhas mais pecíolos e as hastes, quanto ao conteúdo de B.

Quanto aos demais nutrientes, SALINAS et al. (1982) concluíram que seus teores nas folhas, em dois estádios de desenvolvimento da cultura (florescimento e final do ciclo), não foram afetados por níveis crescentes de B no substrato. Entretanto, SANTOS et al. (1990) constataram que a aplicação de 2 mg/l de B aumentou o teor de Cu nas folhas.

Os teores de N e Ca nas folhas mais pecíolos e hastes e os teores médios de P, K, Mg e S nas plantas são mostrados na Figura 9. Verifica-se

primeiramente que o conteúdo de N nas folhas mais pecíolos foi superior ao das hastes. ZORNOZA & AROZARENA (1986) obtiveram resultados semelhantes.

As concentrações de N nas folhas mais pecíolos diminuíram durante o ciclo de cultivo, sendo que o das hastes aumentaram até a terceira época de amostragem, diminuindo posteriormente. Esse comportamento do N revela que o maior acúmulo deste nutriente ocorreu nos estádios iniciais do ciclo da cultura.

Os teores de P nas plantas também diminuíram em função do tempo. Entretanto não houve diferença entre os teores das partes em questão, apresentando ambas o mesmo comportamento. O mesmo fato foi constatado por ZORNOZA & AROZARENA (1986), entretanto os níveis de P foram mínimos nas hastes em relação às folhas.

Para o K nenhuma diferença significativa foi observada entre as partes da planta, apresentando, de um modo geral, o mesmo comportamento do P. No entanto, ZORNOZA & AROZARENA (1986) constataram que os níveis desse nutriente nas folhas aumentaram até 99 dias após o transplante, diminuindo a partir daí até o final do ciclo.

Quanto as concentrações de Ca pode-se observar que as maiores foram encontradas nas folhas mais pecíolos. Em ambas, os teores aumentaram linearmente com as épocas de amostragem. O caráter acumulativo nestes órgãos está relacionado com sua participação na formação de paredes celulares. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por ZORNOZA & AROZARENA (1986) quanto ao efeito acumulativo de Ca nas folhas. As hastes apresentaram um comportamento um pouco diferente, ou seja, até aos 99 dias ocorreram decréscimos nos teores, aumentando posteriormente.

Os teores de Mg diminuíram em função do tempo, sendo que não houve diferença significativa entre as partes da planta. Embora MILLER et al (1979) tenham constatado aumentos dos teores de Mg nas folhas mais pecíolos até 84 dias após o transplante, 80% do elemento estava contido nos órgãos em questão, aos 28 dias.

As porcentagens de S na parte vegetativa elevaram-se até os 60 dias, aumentando nas duas últimas amostragens. Não houve diferença significativa entre as partes. Segundo HAAG et al. (1970), os teores de S nas plantas aumentaram até aos 95 dias, estabilizando em seguida.

Os teores de micronutrientes nas folhas mais pecíolos e hastes se encontram na Figura 10. As equações de regressão respectivas às curvas dos gráficos desta figura estão na Tabela 3.

Para todos os micronutrientes, verificou-se que os seus teores nas folhas mais pecíolos foram superiores aos das hastes. Os mesmos resultados foram obtidos por ZORNOZA & AROZARENA (1986) para o Fe, Mn e Zn.

As concentrações de B nas folhas mais pecíolos declinaram até a quarta época de amostragem, tendo um leve aumento (7%) na última amostragem. Para as hastes os valores declinaram até o final do ciclo. Através desses resultados verifica-se que a maior taxa de absorção de B se deu na fase inicial de desenvolvimento da cultura; 40 e 34% do total foram absorvidos pelas folhas mais pecíolos e hastes, respectivamente. ZORNOZA & AROZARENA et al (1986) verificaram o oposto para as folhas, ou seja, os conteúdos de B aumentaram em função da idade da planta (75 a 136 dias após o transplante).

Para os teores de Cu nas folhas mais pecíolos e nas hastes ajustaram-se regressões quadráticas, sendo que de uma maneira geral as suas concentrações aumentaram até 75 dias após o transplante, diminuindo posteriormente.

As concentrações de Fe diminuíram até aos 70 dias após o transplante, elevando-se a partir deste período, tanto nas folhas mais pecíolos como nas hastes . Verifica-se uma grande extração desse elemento, provavelmente devido ao seu alto teor no solo.

Para os teores de Mn nas folhas mais pecíolos e nas hastes houveram aumentos em função das épocas de amostragem.

Os teores de Zn das folhas mais pecíolos aumentaram até os 70 dias após o transplante, declinando nas duas últimas amostragens. Nas hastes, entretanto, os teores de Zn diminuíram desde o início até o final do ciclo considerado.

De um modo geral, os micronutrientes, com exceção do B, acumularam no tecido vegetal até os 75 dias após o transplante.

Figura 8. Concentrações médias de Boro (mg/kg) em plantas de pimentão, em função das doses de bórax aplicadas.

Figura 9. Concentrações de N e Ca nas folhas mais pecíolos (F + PL) e hastes (H) e concentrações médias de P, K, Mg e S em g/kg, nas plantas de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Figura 10. Concentrações de B, Cu, Fe, Mn e Zn (mg/kg) em folhas mais pecíolos (F+PL) e hastes (H) nas plantas de pimentão, em diferentes estádios de desenvolvimento.

Tabela 3. Equações de regressão referentes aos gráficos da Figura 10, para os teores de B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Nutrientes	Partes da planta	Equações de Regressão
Boro	F + PL	$Y = 345,8125 - 8,1727976X + 0,05501984X^2$
	H	$Y = 150,0625 - 3,0154762X + 0,01880952X^2$
Cobre	F + PL	$Y = -121,8875 + 5,4872024X - 0,03720238X^2$
	H	$Y = -23,8875 + 1,7445833X - 0,01458333X^2$
Ferro	F + PL	$Y = -106,8875 + 30,843155X - 0,68093254X^2 + 0,004462963X^3$
	H	$Y = -31,1875 + 19,5236111X - 0,44569444X^2 + 0,00292284X^3$
Manganês	F + PL	$Y = -11,5 + 1,3420833X$
	H	$Y = 42,775 - 1,6929167X + 0,02430556X^2$
Zinco	F + PL	$Y = 69,475 + 1,8469643X - 0,01335317X^2$
	H	$Y = 102,275 - 0,58127X$

4.4. Composição mineral do fruto

As doses de bórax não afetaram a composição mineral dos frutos. Os teores de nutrientes, exceto de B não diferiram significativamente no pericarpo e nas sementes, entretanto, para o B foi superior nas sementes nas quatro doses utilizadas (Tabela 4).

Resultados discordantes foram obtidos por SANTOS et al. (1990) que verificaram que a aplicação de 1mg/l de B em solução nutritiva aumentou os teores de Mg, Cu e B nos frutos. Entretanto NAVROT & LEVIN (1976) constataram que a aplicação de 2 kg/ha de bórax no solo não alteraram os teores de N, Cu, Zn e Fe nos frutos.

Considerando-se os teores médios dos nutrientes nas partes dos frutos, verificou-se que as concentrações dos mesmos, exceto de Ca e de S, de um modo geral, foram maiores nas sementes. Para o Ca e o S não houve diferença significativa entre as partes.

Os macronutrientes mais absorvidos pelos frutos foram o K e o N, seguidos do P e Mg. O Ca e o S foram absorvidos aproximadamente na mesma proporção. Tais resultados estão parcialmente de acordo com os obtidos por HAAG et al. (1970) e MILLER et al. (1979), que verificaram que os elementos mais absorvidos foram o K e o N, seguidos de P, S, Ca e Mg.

Quanto aos micronutrientes, a absorção em ordem decrescente foi: Fe, Mn, Zn, B e Cu. Oliveira et al. (1971) verificaram, de uma maneira geral, resultados semelhantes.

Os teores de N, P, K, Ca e Mg nos frutos estão de acordo com os obtidos por MILLER et al. (1979).

Tabela 4. Teores de macronutrientes e de B, Cu, Fe, Mn e Zn no pericarpo (P) e nas sementes (S) de pimentão cultivar Magda, aos 40 dias após o transplante.

Doses	Partes	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
de bórax	do fruto	g/kg										
0	P	2,23a	0,36a	2,86a	0,14a	0,16a	0,19a	19,74a	11,25a	88,00a	77,25a	33,50a
	S	2,96a	0,52a	2,34a	0,12a	0,32a	0,17a	30,11b	14,50a	92,50a	79,25a	36,75a
5	P	2,17a	0,35a	3,10a	0,19a	0,18a	0,14a	14,89a	8,50a	69,50a	77,00a	28,50a
	S	2,81a	0,52a	2,38a	0,17a	0,32a	0,16a	48,49b	13,00a	87,00a	79,25a	31,00a
10	P	2,22a	0,38a	3,14a	0,13a	0,19a	0,17a	16,16a	11,50a	83,50a	76,75a	32,00a
	S	2,86a	0,57a	2,14a	0,12a	0,29a	0,13a	33,94b	13,75a	89,75a	78,00a	34,25a
20	P	2,22a	0,37a	3,21a	0,21a	0,18a	0,13a	17,45a	9,00a	64,25a	77,50a	35,00a
	S	3,03a	0,49a	2,33a	0,13a	0,29a	0,13a	41,98b	13,75a	76,75a	78,50a	31,00a
Média	P	2,21a	0,37a	3,08a	0,17a	0,18a	0,15a	16,94a	10,06a	76,31a	77,13a	32,25a
	S	2,92b	0,53b	2,30b	0,13a	0,31b	0,15a	37,77b	13,75b	86,50b	78,75b	33,25b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o ensaio foi realizado pode-se concluir que:

- O teor de 1mg/l de B presente na solução do solo é suficiente para o desenvolvimento da cultura.
- A aplicação de 20 kg/ha de bórax (2,2 kg/ha de B) no solo pode provocar sintomas de toxidez nas plantas em início de desenvolvimento, sem contudo prejudicar o rendimento final da cultura.
- Teores crescentes de B encontrados no tecido vegetal em função das doses de bórax aplicadas no solo não causam desequilíbrio nutricional à cultura.
- As maiores taxas de acúmulo de nutrientes ocorrem nos estágios iniciais de desenvolvimento das plantas, quando as maiores porcentagens de aumento em matéria seca do tecido vegetal também ocorrem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIANO, D.C. Boron. In: _____. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York, Springer Verlag, 1986. cap.3, p.73-105.
- ALBEGOV, R.B. The effect of the minor elements on the chlorophyl content in *Capsicum annuum* leaves. **Zapiski Tsentral'no-Kavkazskogo Otdela Vsesoyuznogo Botanicheskogo Obshchestva**, (3):155-7, 1972. Apud **Horticultural Abstracts**, Wallingford, **43**(10):678, 1973 (Resumo).
- ALBEGOV, R.B. & RATSKEVICH, S.K. The effect of foliar applied minor elements on crop quality of *Bulgarium capsicums*. **Zapiski Tsentral'no-Kavkazskogo Otdela Vsesoyuznogo Botanicheskogo Obshchestva**, (3):153-4, 1972. Apud **Horticultural Abstracts**, Wallingford, **43**(10):678, 1973 (Resumo).
- ALLA, I.M.A.; ABED, T.A.; SHAFSHAR, N.S. The response of some sweet pepper plants to micronutrients foliar spray. **Annals of Agricultural Science**, Mushtuhur, **21**(3):897-912, 1984.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 48p. (IAC. Boletim, 78).

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 1988. 42p.

BERGER, K.C. & PRATT, P.F. Advances in secondary and micronutrient fertilization. In: MALCOM, H.M.; BRIDGER, G.L.; NELSON, L.B. ed. **Fertilizers technology and usage**. Madison, Soil Science Society of America, 1963. p.287-340.

CAMARGO, A.M.M.P. de & CAMARGO FILHO, W.P.de. **Produção de hortaliças no Estado de São Paulo**, 1993. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1994. 6p.

CAMARGO, A.P.; PINTO, H.S.; BRUNINI, O.; PEDRO Jr, M.J.; ORTOLANI, A.A.; ALFONSI, R.R. Clima do Estado de São Paulo. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Agricultura. **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1974. v.1, cap.2, p.51-87.

CORREIA, L.G.; CAMARGO, J.M.C.; SOUZA, E.L.S.; MONNERAT, P.H. Deficiência de magnésio e boro na fase inicial de crescimento de pimentão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 17, Juazeiro, 1977. **Resumos**. Juazeiro, EMBRAPA/CPATSA, 1977. p.141-3.

- DUGGER, W.M. Boron in plant metabolism. In: LAUCHLI, A. & BIELESKI, R.L. ed. **Inorganic plant nutrition**. Berlin, Springer-Verlag, 1983. p.626-50. (Encycl. Plant Physiology, 15B).
- FERNANDES, P.D. Estudos de nutrição mineral do pimentão (*Capsicum annuum* L.), variedades Avelar e Ikeda. Absorção e deficiências de macronutrientes. Piracicaba, 1971. 85p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FONTES, P.C.R. & MONNERAT, P.H. Nutrição mineral das culturas de pimenta e pimentão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, **10**:24-31, 1984.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística Experimental**. 12ed. Piracicaba, Nobel, 1987. 467p.
- GUPTA, U.C. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, New York, **31**:273-307, 1979.
- HAAG, H.P.; HOMA, P.; KIMOTO, T. Nutrição mineral de hortaliça V. - Absorção de nutrientes pela cultura do pimentão. **O Solo**, Piracicaba, **62**(2):7-11, 1970.

HINGSTON, F.J.; POSNER, A.M.; QUIRK, J.P. Anion adsorption by goethite and gibbsite. I. The role of the proton in determining adsorption envelopes. **The Journal of Soil Science**, Oxford, **25**(1):16-26, 1974.

HORINO, Y.; PINTO, C.M.F.; MAKISHIMA, N.; CORDEIRO, C.M.T. Efeito do boro e do zinco na produção de pimentão, *Capsicum annuum* L. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 20., Brasília, 1980. **Resumos**. Brasília, EMBRAPA/EMBRATER/SOB, 1980. p.99.

HUSAIN, S.A.; MOHAMMAD, S.; RAO, B.V.R. Response of chilli (*Capsicum annuum*) to micronutrients. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, **34**(1):117-8, 1989.

KEREN, R.; BIGHAN, F. & RHOADES, J.D. Plant uptake of boron, as effected by boron in soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, **49**(2):297-302, 1985.

MAHLER, R.L.; HAMMEL, J.E.; HARDER, R.W. The influence of crop rotation and tillage methods on the distribution of extractable boron in Northern Idaho soils. **Soil Science**, Baltimore, **139**(1):67-73, 1985.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980. 256p.

MARCONI, A.; FREIRE, O.; ABRAHÃO, I.O.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.
Boro nos minerais, rochas, solos e plantas. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, **55**:33-9, 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London, Academic Press, 1986. 674p.

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. **Principles of plant Nutrition**. 4.ed. Bern, International Potash Institute, 1987. 687p.

MILLER, C.H.; MCCOLLUM, R.E.; CLAIMON, S. Relationships between growth of bell peppers and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, **104**(6):852-7, 1979.

NAVROT, J. & LEVIN, I. Effect of micronutrients on pepper (*Capsicum annuum*) grown in peat soil under greenhouse and field conditions. **Experimental Agriculture**, London, **12**(2):129-33, 1976.

- NOWAK, T.J. Influence of increased dosis of macroelements in hydroponic nutrient solution on the yield of *Capsicum annuum* L. fruit and their capsaicin content. **Acta Agrobotânica**, Warszawa, **33**(1):73-80, 1980.
- OLIVEIRA, G.D. de; FERNANDES, P.D.; COSTA, M.C.B.; SANTOS, M.A.C. dos; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças. XVI extração de micronutrientes por algumas hortaliças. **O Solo**, Piracicaba, **63**(2):11-4, 1971.
- PANDEV, S.; STANEV, V. & K'DREV, T. Effect of deficiency in the minor elements Fe, Mn, Cu, Zn, Mo and B on some photosynthetic parameters of Capsicum. **Fisiologiya na Rastenyata**, Sofia, **7**(1):46-54, 1981. Apud **Horticultural Abstracts**, Wallingford, **52**(1):24, 1982. (Resumo).
- PARFITT, R.L. Anion adsorption by soils and soil materials. **Advances in Agronomy**, New York, **30**:1-50, 1978.
- PILBEAM, D.J. & KIRKBY, E.A. The physiological role of boron in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, **6**(7):563-82, 1983.
- RAJAMANI, K.; SUNDARARAJAN, S.; VEERARAGAVATHATHAM, D. Effect of triacontanol, 2-4-D and boron on yield of certain chilli (*Capsicum annuum* L.) cultures. **South Indian Horticulture**, Coimbatore, **38**(5):253-7, 1990. Apud **Weed Abstracts**, Wallingford, **41**(12):585, 1992. (Resumo).

- REWATA, P.S. & MATHPAL, K.N. Effects of micronutrients on yield and sugar metabolism of some of the vegetables under Kumaun hill condition. **Science & Culture**, Calcutta, **50**(8):243-4, 1984.
- SALINAS, R.M.; CERDA, A.A.; FERNANDEZ, F.G. Efecto del boro sobre la composicion mineral de guisante y pimiento. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madrid, **41**(5/6):991-1001, 1982.
- SANTOS, I.S.; BARBEDO, C.J.; PIZIGATTI, R.; FERREIRA, J.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca x B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, **8**(2):19-23, 1990.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba, ESALQ/Departamento de Química, 1974. 56p.
- SIMS, J.R. & SINGHAM, F.T. Retention of boron by layer silicates, sesquioxides, and sal materials. II. Sexquioxides. **Soil Science of America Proceedings**, Madison, **32**(1):364-9, 1968.
- SOUZA, J.R. & CASALI, W.D.V. Cultivares de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 10:14-8, 1984.

ZORNOZA, P. & AROZARENA, B. Estudio de la composicion quimica de plantas de pimiento a lo largo del ciclo de cultivo. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madrid, **45**(1/2):163-74, 1986.

ZUBANOVA, L.S.; NEZHNEV, YUN. Methods of application of minor elements. **Ovoshchevodstva e Bakhchevodstva**, (3/4):130-4, 1975. Apud **Horticultural Abstracts**, **46**(12):955, 1976. (Resumo).

APÊNDICE

Tabela 3 - Altura de plantas. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	121.86		
Doses de B	3	209.79	69.93	0.74 ^{ns}
Resíduo (A)	9	846.21	94.02	
Parcelas	15	1177.86		
Épocas	4	47436.79	11859.20	293.77**
Doses*Épocas	12	398.19	33.18	0.82 ^{ns}
Resíduo (B)	48	1937.74	40.37	
Total	79	50950.58		

CV (A) = 7.33%

CV (B) = 10.74%

Tabela 4 - Número de flores por planta. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	960.30		
Doses de B	3	874.45	291.48	0.61 ^{ns}
Resíduo (A)	9	4328.37	480.93	
Parcelas	15	6163.13		
Épocas	9	8782.23	2927.41	9.22**
Doses*Épocas	3	1660.13	184.46	0.58 ^{ns}
Resíduo (B)	45	11430.27	317.51	
Total	63	28035.75		

CV (A) = 31.27%

CV (B) = 50.81%

Tabela 5 - Número total de folhas por planta. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	11175.99		
Doses de B	3	13962.45	4654.15	1.08 ^{ns}
Resíduo (A)	9	38799.92	4311.10	
Parcelas	15	63938.37		
Épocas	4	1268662.41	317165.60	96.35**
Doses*Épocas	12	60302.50	5025.21	1.53 ^{ns}
Resíduo (B)	48	158003.49	3291.74	
Total	79	1550906.76		

CV (A) = 14.82%

CV (B) = 28.95%

Tabela 6 - Matéria seca das partes da planta. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	154.11		
Doses de B	3	196.09	65.36	1.08 ^{ns}
Resíduo (A)	9	546.47	60.72	
Parcelas	15	896.67		
Épocas	4	22599.57	5649.89	7.73**
Doses*Épocas	12	454.02	37.84	0.05 ^{ns}
Resíduo (B)	48	20476.63	731.31	
Sub-Parcelas	79	44426.81		
Partes	8	154.11	51.37	2.82*
Doses*Partes	24	495.45	41.29	2.26*
Épocas*Partes	32	546.47	60.72	3.33**
Resíduo (C)	576	2844.01	18.23	
Total	719	48466.94		

CV (A) = 16.28%

CV (B) = 31.14%

CV (C) = 25.01%

Tabela 7 - Matéria seca total. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	510.16		
Doses de B	3	485.33	161.77	0.8973 ^{ns}
Resíduo (A)	9	1622.59	180.29	
Parcelas	15	2618.08		
Épocas	4	69422.90	17355.73	137.02**
Doses*Épocas	12	1171.43	97.62	0.77 ^{ns}
Resíduo (B)	48	6080.02	126.67	
Total	79	79292.43		

CV (A) = 16.13%

CV (B) = 30.23%

Tabela 8 - Estimativa da área foliar. Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	659.35		
Doses de B	3	643.36	214.45	1.47 ^{ns}
Resíduo (A)	9	1314.37	146.04	
Parcelas	15	2617.09		
Épocas	4	52607.08	13151.77	103.91**
Doses*Épocas	12	1426.96	118.91	0.94 ^{ns}
Resíduo (B)	48	6075.39	126.57	
Total	79	62726.52		

CV (A) = 14.20%

CV (B) = 29.55%

Tabela 9 - Peso dos frutos (g). Análise de variância dos dados obtidos.

Causas da Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	3	85.68120		
Doses de B	3	111.24746	37.08249	1.1858 ^{ns}
Resíduo	9	281.45244	31.27249	
Total	15	478.38188		

CV = 6.626%