

renquinmatosos intumescidos e os feixes vasculares necrosados. Os bulbos deficientes em boro apresentaram 70% de apodrecimento após 54 dias de armazenamento e perderam peso mais rapidamente que os bulbos normais durante o armazenamento.

#### 5. SUMMARY

(THE CHARACTERIZATION OF BORON DEFICIENT SYMPTOMS IN ONION (*Allium cepa* L.) DURING PRODUCTION STAGE)

Onion plants (*Allium cepa* L. 'Baia Perfome Precoce') were cultivated in sand irrigated with a modified Johnson's nutrient solution. After 109 days, the nitrogen of the solution was reduced to 1/4 of the normal concentration and the phosphorus, sulfur, calcium and magnesium concentrations were reduced to half. At the same time, boron was eliminated from the solution used to irrigate half of the plants. The leaves of the plants submitted to the boron deficient solution became thick, brittle and presented a blue-green color. Eventually, the leaves presented necrosis beginning at the tip which caused the death of a large number of them. A mottled appearance was also identified. In the boron-deficient bulbs, the scales became hard and rough-surfaced, with necrosis in the internal scales. In histological observations, the epidermal cells were cubic and without cuticle; the nuclei of the parenchymatous cells were swollen and the vascular bundles necrotic. After 54 days of storage, 70% of the boron-deficient bulbs presented rotten, and the others lost more fresh weight than the normal bulbs during the storing period.

#### 6. LITERATURA CITADA

1. BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedades dos solos*. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1967. 594 p.
2. EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas, princípios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1975. 341 p.
3. KAYAMA, T., HORIS, S. & OKUDA, A. Influence of boron on growth of vegetables. *Soil Science & Plant Nutrition*, 10:416-420, 1964.
4. MALAVOLTA, E., HAAG, H.P., MEILLO, F.R.P. & BRASIL SOBRINHO, M.O.L. *Nutrição mineral e adubação das plantas cultivadas*. São Paulo, Livraria Pioneira, 1974. 752 p.
5. REED, H.S. A physiological study of boron deficiency in plants. *Hilgardia*, 17: 377-411, 1947.
6. SPRAGUE, B.H. *Hunger signs in crops*. New York, David McKay Company, 1964. 461 p.
7. STUART, N.W. & GRIFFIN, D.M. Some deficiency effects in the onion. *Herbertia*, 11:329-337, 1944.

## CARACTERIZAÇÃO DE SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA DE BORO EM PEPINO (*Cucumis sativus* L.) NA FASE DE FRUTIFICAÇÃO <sup>1/</sup>

Maria Elisa Ribeiro Calbo <sup>2/</sup>  
 Pedro Henrique Monnerat <sup>3/</sup>  
 Chotaro Shimoya <sup>4/</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

A diagnose do estado nutricional de plantas com base em sintomas de deficiência assume grande importância quando se trata do boro, uma vez que não há um método prático para a determinação do teor desse elemento no solo. Os sintomas de deficiência de boro em pepino na fase vegetativa caracterizam-se pela supressão do crescimento da parte aérea; coloração verde-escura e aspecto coriáceo das folhas; morte do broto apical; clorose entre as nervuras e queimaduras nas margens das folhas mais velhas; atrofia e coloração frequentemente amarronzada das raízes (3). No entanto, não se conseguiu recuperar da literatura referências aos sintomas de deficiência de boro no fruto.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os sintomas de deficiência de boro

<sup>1/</sup> Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências para a obtenção do título de «Magister Scientiae» em Fisiologia Vegetal.

Aceito para publicação em 3-3-1986.

<sup>2/</sup> Departamento de Biologia Vegetal da Universidade de Brasília. 70910 Brasília, DF, Brasil.

<sup>3/</sup> Departamento de Fitoecnia da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

<sup>4/</sup> Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Viçosa. 36570 Viçosa, MG.

em pepino, cv. 'Aodai', durante o período de frutificação, e descrever as eventuais modificações anatómicas ocorridas no fruto.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Sementes de pepino, cv. 'Aodai', foram semeadas em caixotes de madeira com areia lavada. Oito dias após o semear, 16 plântulas foram transplantadas para vasos de isopor, com 2,5 l de solução de Johnson modificada, conforme EPSTEIN (1). Com 36 dias de idade as plantas foram transferidas para vasos de plástico, com 8 l da mesma solução. A solução nutritiva foi arejada e renovada semanalmente e o pH foi diariamente ajustado para 6,0.

Com 45 dias de idade, três plantas foram submetidas à deficiência de boro, pela eliminação desse elemento da solução nutritiva. Nessa época, as plantas possuíam frutos de até 9 dias de idade. Oito dias depois, mais três plantas foram submetidas à mesma deficiência.

A polinização das flores foi realizada manualmente e os frutos foram colhidos 20 dias após a polinização. Frutos normais e deficientes foram fixados em Boin (125 ml de formalina comercial, 75 ml de ácido piórico e 5 ml de ácido acético glacial), incluídos em parafina e cortados em seções de 20  $\mu$ m de espessura. Os cortes anatómicos foram corados com azul de metileno.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos submetidos à deficiência de boro na idade de até 12 dias após a polinização apresentaram anormalidades tanto mais severas quanto mais jovens na época da indução da deficiência. Essa deficiência se caracterizou pelo aparecimento, na superfície externa dos frutos, de áreas aquosas irregulares, tipo anasarca, em redor de áreas de cor verde normal (Fig. 1). Essas áreas apresentaram-se resinoso e cor amarela translúcida, posteriormente, desidrataram-se e tornaram-se



FIGURA 1 - Aspecto da parte basal de fruto de pepino com 20 dias de idade, depois de submetido a deficiência de boro 11 dias após a polinização. Áreas aquosas irregulares, tipo anasarca, ao redor de áreas normais.

deprimidas e ásperas, com aparência corticosa. Esses sintomas iniciaram-se na parte mediana e evoluíram para a parte apical, atingindo 2/3 da superfície de frutos submetidos à deficiência aos 10 e 12 dias de idade (Fig. 2).

O tamanho do fruto aos 20 dias de idade foi tanto menor quanto mais jovem na época da indução da deficiência (Fig. 2). Essa redução foi consequência não só de seu menor diâmetro, mas também de seu menor comprimento. Houve também redução no tamanho das sementes e do tecido placentário (Fig. 3). Frutos submetidos à deficiência na idade de 8 dias, ou menos, tiveram seu crescimento praticamente paralisado (Fig. 2). Não foram observados sintomas em frutos submetidos à deficiência na idade de 13 a 17 dias.

Nas plantas deficientes as folhas mais jovens apresentaram clorose entre as nervuras e secaram posteriormente. Houve também morte prematura das gemas terminais de crescimento, observações semelhantes às obtidas por MAHROTRA *et alii* (3). As flores polinizadas durante o período de deficiência não geraram frutos.

Anatomicamente, os frutos deficientes (Fig. 4a) apresentaram células da epiderme com altura menor que o normal (Fig. 4b). A cutícula estava quase totalmente ausente. O tecido parenquimatoso tornou-se compacto, com espaços intercelulares reduzidos e células de tamanho e forma irregulares, com núcleo volumoso e descolorido (Fig. 4a). A parede celular das células do tecido parenquimatoso apresentou-se delgada. Essa alteração já foi notada por SPURR (5) em pecíolo de aipo e atribuída à reduzida deposição de carboidratos na parede celular. Em condições de deficiência de boro, segundo Taylor, citado por MAYNARD (4), há redução no movimento de carboidratos para o fruto. Possivelmente, esse déficit de car-

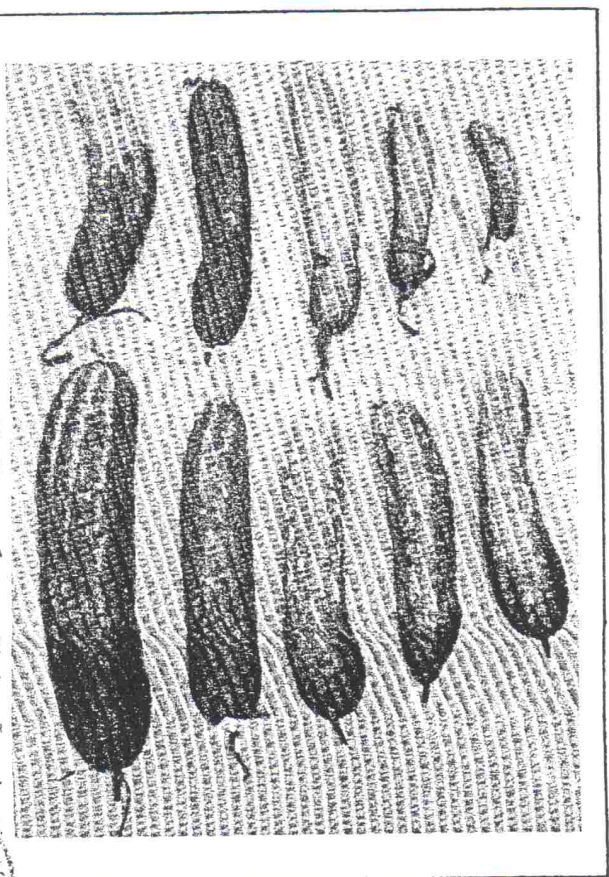


FIGURA 2 - Frutos de pepino 20 dias após a polinização, depois de submetidos à deficiência de boro em diferentes idades. Os números indicam a idade em que a planta foi submetida à deficiência.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

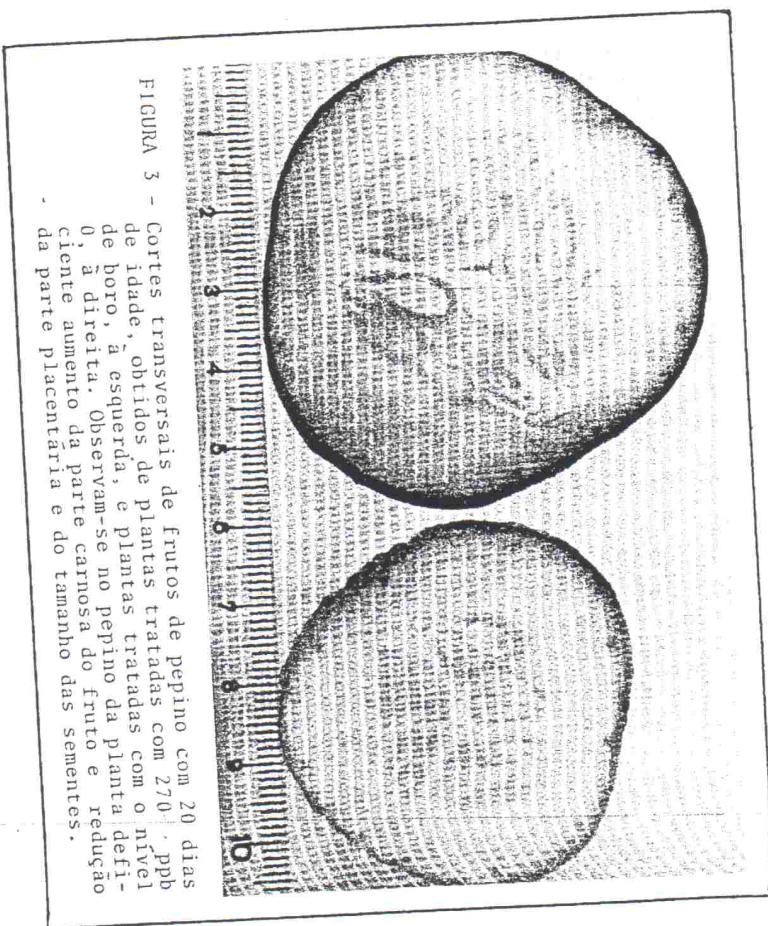


FIGURA 3 - Cortes transversais de frutos de pepino com 20 dias de idade, obtidos de plantas tratadas com 270 .ppb de boro, à esquerda, e plantas tratadas com o nível 0, à direita. Observam-se no pepino da planta deficiente aumento da parte carnososa do fruto e redução da parte placentária e do tamanho das sementes.

boidratatos é a causa da redução na espessura da parede celular e da cutícula. Foi observada ausência quase total de cloroplasto no parênquima (Fig. 4a), o que ocasionou a descoloração da parte externa do fruto. A degeneração do cloroplasto foi também observada por LEE e ARONOFF (2) no parênquima de folhas de girassol deficiente em boro.

#### 4. RESUMO

O experimento foi feito com o objetivo de descrever os sintomas de deficiência de boro em pepino (*Cucumis sativus* L.) e as eventuais modificações anatómicas ocorridas no fruto deficiente. Foram utilizadas 16 plantas, que foram cultivadas em solução completa de Johnson, modificada. Aos 45 e 53 dias de idade, seis plantas foram submetidas à deficiência de boro. Todos os frutos foram colhidos 20 dias após a polinização. Os frutos deficientes em boro apresentaram, externamente, áreas aquosas irregulares, tipo anasarca, ao redor de áreas de cor verde normal. Essas áreas aquosas tomaram aspecto resinoso, com cor amarelada translúcida, e posteriormente, desidrataram-se, tornando-se deprimidas e ásperas. A superfície dos frutos tornou-se verrugosa. Houve redução no tamanho das sementes e diminuição no peso dos frutos. Anatômicamente, os frutos deficientes apresentaram ausência quase total de cutícula e redução no tamanho das células epidérmicas bem tecido parenquimatoso apresentou-se compacto, com espaços intercelulares e paredes pastosas e células de tamanho e forma irregulares, com núcleo volumoso e paredes

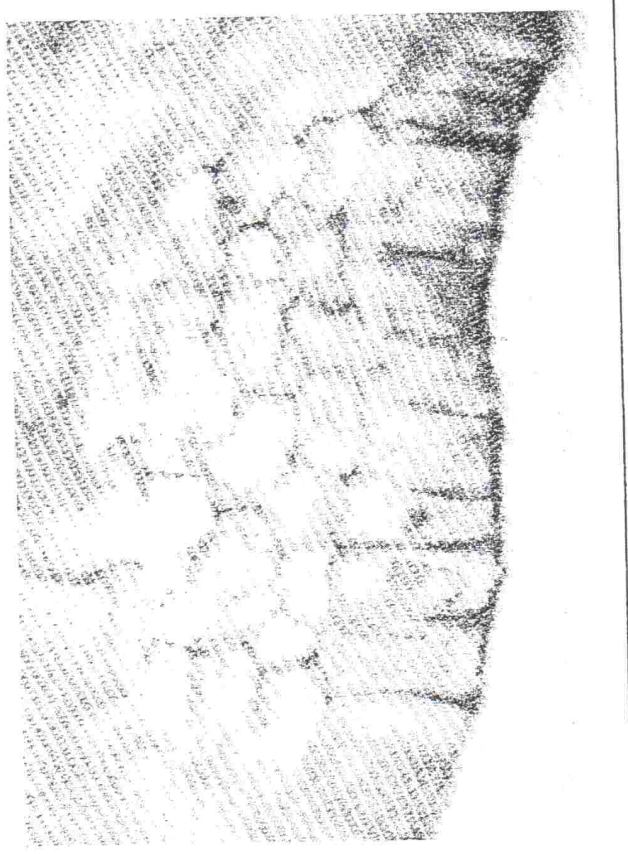


FIGURA 4a - Corte transversal da porção mediana de pepino deficiente. Observam-se ausência de cutícula, diminuição do número de cloroplastos, e descoloração do núcleo, 20 µm.

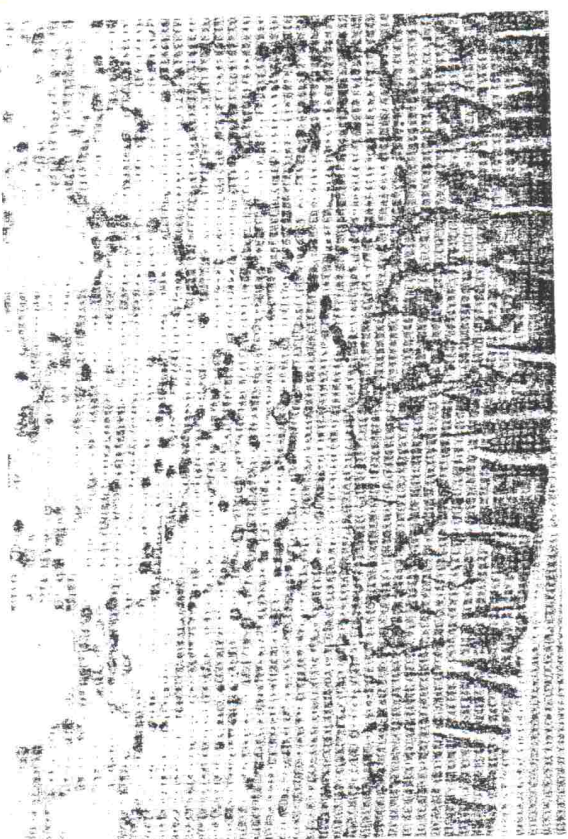


FIGURA 4b - Corte transversal da porção mediana de pepino normal, 20 µm.

## 5. SUMMARY

(THE CHARACTERIZATION OF BORON DEFICIENT SYMPTOMS IN CUCUMBER (*Cucumis sativum* L.) DURING THE FRUCTIFICATION PHASE)

The objective of the experiment was to describe the boron deficient symptoms in cucumber (*Cucumis sativum* L.) as well as the anatomical modifications in the deficient fruit. Sixteen plants were cultivated in a modified Johnson's nutrient solution. Plants with 45 and 53 days of age were transferred to a boron deficient solution. All the fruits were harvested 20 days after the pollination. The fruits produced from boron deficient plants showed irregular watery areas (edematous) with areas of normal green color in their centers. These watery areas acquired a resinous aspect with a yellow translucent color and later became dehydrated, depressed, and rough-surfaced. The surface of the fruit was covered with small protuberances. There was a reduction in the size of the seeds and in the weight of the fruits. Anatomically, the cuticle was almost absent in the boron deficient fruits and the epidermal cells were reduced in size. The parenchyma was compact with greatly restricted intercellular spaces; the size and shape of the cells were irregular, the nucleus was enlarged and discolored and the cell walls were thin.

## 6. LITERATURA CITADA

1. EPSTEIN, E. *Nutrição mineral de plantas, principios e perspectivas*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1975. 342 p.
2. LEE, S. & ARONOFF, S. Investigation on the role of boron in plants. III. Anatomical observations. *Plant Physiol.* 41:1570-1577, 1966.
3. MAHROTRA, O. N.; SAXENA, H. & MISRA, P. H. Studies on mineral nutrition of cucurbits I. Boron deficiency in cucumber — *Cucumis sativum* L. variety Kalyanspur Local. *Indian J. Hort.* 26:69-73, 1969.
4. MAYNARD, D. N.; GERSTEN, B. & MICHELSON, L. E. The effect of boron nutrition on occurrence of certain tomato fruit disorders. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 74: 500-505, 1959.
5. SPURR, A. R. The effect of boron on cell wall structure in celery. *Amer. J. Bot.* 44:637-650, 1957.