

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. XXIV – CARÊNCIA DE MACRONUTRIENTES EM BERINJELA (*Solanum melongena* L.)*

G.D. DE OLIVEIRA**

H.P. HAAG**

A.R. DECHEN**

P.D. FERNANDES***

RESUMO

Plantas de berinjela (*Solanum melongena* L. var. Híbrida F₁, Piracicaba n^o 100) foram cultivadas em vasos contendo sílica lavada. As plantas foram irrigadas com solução nutritiva purificada e submetidas aos seguintes tratamentos: completo, omissão de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. Os sintomas de carência desses elementos foram identificados e descritos. Aquilatou-se a possibilidade de recuperação de plantas deficientes fornecendo-se o elemento. Finalmente, as plantas foram separadas em: raiz, caule superior e inferior, folhas velhas e novas, frutos, e analisadas para B, Cu, Fe, Mn e Zn. A análise química das folhas afetadas pelas carências apresentou os seguintes valores (ppm): B– 48-71; Cu– 1-2; Fe– 169-204; Mn– 42-80; Zn– 37-38. Nas folhas sadias os valores foram (ppm): B– 70-82; Cu– 8; Fe– 192-283; Mn– 54-118; Zn– 52-54.

INTRODUÇÃO

Apesar da importância alimentar e valor econômico, são escassos os trabalhos que versam sobre a nutrição mineral desta hortaliça.

Assim, HAAG & HOMA (1968), cultivando a var. Híbrida F₁ Piracicaba n^o 100, em solução nutritiva obtiveram um quadro sintomatológico da carência dos macronutrientes, determinando igualmente os “níveis” dos nutrientes nas folhas de plantas sadias e/ou desnutridas.

Em 1968 os mesmos autores, HAAG & HOMA (1968a), determinam a extração dos macronutrientes em uma cultura de berinjela até aos 126 dias de idade, concluindo que o K, N e Ca são extraídos em maiores quantidades, vindo a seguir o Mg, P e S. Um estudo comparativo de extração dos macronutrientes por diversas hortaliças (alho, berinjela, cenoura, couve-flor, pimentão) é apresentado por OLIVEIRA et al. (1971) e concluem que a berinjela situa-se entre os de maior capacidade de extração de Ca e Mg. Um novo estudo comparativo de extração dos micronutrientes, para as mesmas hortaliças é apresentado por OLIVEIRA et al. (1971a) assinalando que a berinjela lidera a extração para B, Cu, Fe e Zn.

* Entregue para publicação em 30/12/1975.

** Dept^o de Química, E.S.A. “Luiz de Queiroz”, USP – Piracicaba.

*** Depto. de Fitotecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal “Prof. Antonio Ruete”.

O presente trabalho tem por objetivos:

- 1 – Obter um quadro sintomatológico das deficiências de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e molibdênio (Mo);
- 2 – Possibilidades de recuperação de plantas desnutridas;
- 3 – Aquilatar os efeitos da omissão dos micronutrientes no crescimento e teores químicos nos órgãos da planta.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de berinjela (*Solanum melongena* L. var. Híbrida F₁, Piracicaba nº 100) foram postas a germinar em vermiculita, vinte e três dias após a germinação, as plântulas foram transplantadas para vasos contendo 7 kg de sílica lavada, na razão de uma planta por vaso. Inicialmente as plântulas foram irrigadas com a solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950) diluída a 1/5 no que se refere aos macronutrientes e diluída para 1/10 para os micronutrientes. A irrigação era procedida automaticamente, quatro vezes ao dia.

Cinquenta dias após o transplante, procedeu-se a omissão total dos micronutrientes em estudo, purificando-se as soluções de acordo com as recomendações de HEWITT (1966). O Fe foi fornecido sob a forma de Fe-EDTA, na concentração recomendada por HOAGLAND & ARNON (1950). O arranjo experimental foi inteiramente canalizado com 7 tratamentos e 8 repetições. Cada parcela foi representada por um vaso contendo uma planta.

Tratamentos	Soluções
Completo	macronutrientes + micronutrientes
Omissão de B	macronutrientes + micronutrientes – B
Omissão de Cu	macronutrientes + micronutrientes – Cu
Omissão de Fe	macronutrientes + micronutrientes – Fe
Omissão de Mn	macronutrientes + micronutrientes – Mn
Omissão de Mo	macronutrientes + micronutrientes – Mo
Omissão de Zn	macronutrientes + micronutrientes – Zn

Grupo de plantas de cada tratamento que apresentaram sintomas de carência, o elemento omitido era adicionado às soluções nutritivas.

As diversas partes das plantas foram analisadas quimicamente para B, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com os métodos descritos em SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Sintomatologia das carências

1.1. Boro

1.1.1. Plantas novas em pleno desenvolvimento – Quatorze dias após a omissão total do B da solução nutritiva as plantas pararam de se desenvolver. As últimas folhas formadas, apresentaram-se de cor amarelada, duras, fazendo um ângulo de 90° com o caule. As folhas logo abaixo mostraram-se turgidas, quebradiças, brilhantes, refletindo a luz solar. Apresentaram ainda, ondulações no limbo, mostrando-se enrugado, com concavidades e saliências com cerca de 0,5–1,0 cm de diâmetro internervais. Notou-se que em todas as plantas deficientes, apenas as folhas superiores exibiram sintomas anômalos. Com o progredir da carência as folhas superiores vergaram acentuadamente o ápice e os bordos para baixo. A gema terminal era dormente, eliminando um líquido escuro e levemente pegajoso. As gemas axilares mostraram-se igualmente dormentes e escuras. As gemas axilares inferiores eram normais, verdes, mas não se desenvolveram. Dez dias após o aparecimento dos sintomas, as folhas afetadas amareleceram, dos bordos para o centro, conservando, contudo, uma faixa verde em torno das nervuras, mostrando contraste verde-amarelo, brilhante. A necrose da gema terminal evoluiu descendo pelo caule. As folhas secaram na região de coloração amarela, alastrando-se por todo o limbo.

A sintomatologia final externa pode ser resumida em:

- 1 – folhas inferiores: coriáceas, não quebradiças e de fácil desprendimento.
- 2 – folhas superiores: brilhantes, enrugadas, quebradiças e de coloração amarela. Frinchas longitudinais nos pecíolos.
- 3 – folhas apicais: pequenas, retorcidas, reentrâncias e saliências do limbo.
- 4 – gemas: morte de todas, iniciando-se pela apical.
- 5 – caule: internódios curtos, apresentaram trincas longitudinais e secamento, iniciando-se pelo ponteiro.
- 6 – pecíolo: pecíolos apresentaram trincas longitudinais.
- 7 – raízes: pouco desenvolvidas de coloração escura.
- 8 – produção: não houve (Quadro 1).

Fornecendo-se B à solução nutritiva, as plantas emitiram galhos vigorosos, partindo da região inferior do caule, chegando a produzir frutos.

1.1.2. Plantas já formadas em início de produção – Duas semanas após a omissão de B da solução nutritiva, notava-se que os botões florais começavam a secar e cair, inclusive as flores. Nas flores, fecundadas ocorria uma necrose interna no ovário. No caso dos frutos mais desenvolvidos, notava-se uma “podridão” que se iniciava na junção do fruto com o cálice e tomava o fruto todo em questão de dias. Com o progredir da carência, o fruto apresentava-se maior mas todo trincado com o epicarpo em pedaços, descolan-

do-se do mesocarpo. Frutos maduros em plantas deficientes não exibiam os sintomas descritos. A parte vegetativa apresentava características idênticas às descritas em (1.1.1.). A sintomatologia externa final de plantas deficientes com produção pode ser resumida do seguinte modo:

- 1 – folhas inferiores: tamanho normal, coloração verde-clara.
- 2 – folhas medianas: tamanho normal, coriáceas, grossas e brilhantes.
- 3 – folhas superiores: tamanho reduzido, retorcidas e de coloração amarelo-verde, secando com o progredir da carência.
- 4 – gemas: pouco desenvolvidas, emitindo folhas que não se desenvolveram.
- 5 – caule: desenvolvimento normal, secando do ápice para a base. Trincas longitudinais.
- 6 – pecíolos: das folhas superiores secaram e apresentaram trincas.
- 7 – flores: caíram.
- 8 – produção: nula, a partir da omissão de B.

Plantas neste estágio de desenvolvimento, recuperaram-se prontamente, emitiram brotas na parte inferior do caule, mediante o fornecimento de B.

1.2. Cobre

1.2.1. Plantas novas em pleno desenvolvimento – Sessenta dias após a omissão de cobre da solução nutritiva, as plantas manifestaram o sintomas de carência. Cessou o crescimento, encurtamento dos internódios, folhas pequenas e enrugadas. As folhas mais novas apresentaram-se de coloração verde-escuras, aveludadas, de bordos ondulados e retorcidos. Paralelamente a estes sintomas, surgiram pequenas manchas cloróticas, distribuídas por toda a área do limbo não incluindo as nervuras. Estas permaneceram de coloração verde, dando como resultado o aspecto de uma rede verde-escura com malhas esbranquiçadas. Com o progredir da desnutrição, estes sintomas transferiram-se para as folhas mais velhas. Os botões florais, em pequeno número, eram pouco desenvolvidos e terminavam por secarem.

A sintomatologia externa e final pode se resumir em:

- 1 – folhas inferiores: tamanho e forma normal. Amareleceram e se desprenderam facilmente da planta.
- 2 – folhas medianas: menores, duras e de formato normal. Apresentaram as áreas cloróticas com as nervuras verdes.
- 3 – folhas superiores: menores, deformadas, limbo enrugado e aveludado, acrescidos dos sintomas descritos em 1.2.1.
- 4 – caule: pouco desenvolvido, internódios curtos.
- 5 – flores: poucos botões florais.
- 6 – produção: frutos pequenos e em pequeno número (Quadro 1).

Fornecendo-se Cu a recuperação é lenta, surgindo folhas novas, normais.

1.3. Zinco

1.3.1. Plantas novas em pleno desenvolvimento – Oitenta dias após a omissão do Zn da solução nutritiva, surgiram os primeiros sintomas da carência deste nutriente, que consistiram na paralização do crescimento e não desenvolvimento das folhas mais novas. As folhas eram duras ao tato, sendo que as nervuras principais e secundárias se salientaram nas páginas superiores das folhas. Encurtamento dos internódios e dos pecíolos. Apareceram poucos botões florais, dos quais poucos se abriram. Num estágio mais avançado as flores secaram e caíram das plantas.

A sintomatologia externa e final pode ser resumida em:

- 1 – folhas inferiores: poucas, acentuada queda de folhas, coriáceas, opacas, de coloração levemente amarelada.
- 2 – folhas superiores: pequenas, coriáceas, formato de concha, sobressaindo as nervuras.
- 3 – caule: fino, internódios curtos.
- 4 – flores: pequeno número, não se desenvolveram, poucas flores se abrem, queda acentuada. Chama atenção o não desenvolvimento do cálice, desprovido de espinhos.
- 5 – frutos: poucos frutos, pequenos, mal formados, descoloridos.
- 6 – produção: praticamente nula (Quadro 1).

Fornecendo-se Zn à solução nutritiva, a recuperação das plantas foi imediata. As plantas emitiram folhas e ramos, a partir da região inferior do caule.

1.4. Ferro

Os sintomas de deficiência deste micronutriente não se manifestaram quando as plantas achavam-se em plena produção. Os sintomas manifestaram-se no estágio de pré-florescimento ou no período de amadurecimento dos frutos.

1.4.1. Evolução dos sintomas – Os sintomas manifestaram-se durante o crescimento das plantas. Consistiram num esmaecimento da cor verde das folhas, principalmente inferiores, que foi sendo substituída por uma coloração verde-amarelada. À medida que as plantas foram crescendo, as folhas inferiores e medianas constratavam nitidamente das folhas novas, que permaneceram de coloração verde-clara. Após a produção e coleta dos frutos, as folhas velhas apresentavam-se de coloração amarela, coloração esta que se transferiu para as folhas medianas, até atingir as folhas mais novas.

A sintomatologia externa final pode ser resumida em:

- 1 – folhas inferiores: coloração amarela, secam e persistem na planta.
- 2 – folhas medianas: coloração amarela, apresentam as nervuras de coloração verde-clara.

- 3 – folhas superiores: manchas amareladas internervais, por todo o limbo.
- 4 – folhas bem novas: coloração e tamanho normais.
- 5 – flores: floração normal.
- 6 – caule: normal e bem desenvolvido.
- 7 – frutos: normais, produção idêntica a plantas sadias (Quadro 1).

Fornecendo-se Fe à solução nutritiva, as folhas, com exceção das inferiores, tornaram a apresentar de coloração verde.

1.5. Molibdênio

As plantas apresentaram sintomas de carência quando em plena produção de frutos. Além de um esmaecimento na coloração verde das folhas, as mesmas apresentaram-se deformadas.

As folhas inferiores, mais velhas, apresentavam-se normais quanto ao formato, mas de coloração amarelada.

A sintomatologia externa e final pode ser resumida em:

- 1 – folhas inferiores: tamanho normal, coloração amarelada.
- 2 – folhas de posição mediana e superior: tamanho normal, formato irregular apresentando saliências e reentrâncias do limbo.
- 3 – flores: normais.
- 4 – frutos: coloração normal.
- 5 – produção: normal.

Fornecendo-se Mo à solução nutritiva, a recuperação foi imediata. As plantas emitiram folhas novas, sem sintomas de desnutrição.

1.6. Manganês

Os sintomas manifestaram-se inicialmente nas flores. As flores eram defeituosas, cujas pétalas se rompiam. O cálice pouco desenvolvido, provido ou não de espinhos. Os estames eram afastados um dos outros, os filetes eram bem evidentes e notava-se claramente o ovário. Quando a deficiência era avançada, abriam-se os botões florais, ainda verdes, saindo o estigma e soltaram-se interiormente os estames verdes. As folhas novas que iam se abrindo eram extremamente onduladas e de tamanho reduzido. As nervuras eram esbranquiçadas e salientes.

A sintomatologia externa e final pode ser resumida em:

- 1 – folhas inferiores: tamanho normal, esmaecidas.
- 2 – folhas medianas: tamanho reduzido, esmaecidas.

- 3 – folhas superiores: pequenas, de bordos ondulados e franzidos; nervuras de coloração esbranquiçada e salientes; limbo enrugado e aveludado.
- 4 – flores: defeituosas, com pétalas rompidas.
- 5 – frutos: pequenos e defeituosos.
- 6 – produção: insignificante.

Tratamentos	frutos grandes	frutos pequenos	frutos defeituosos	total de frutos
Omissão de boro (B)	0,0	0,0	0,0	0,0
Omissão parcial de cobre (Cu)	0,0	4,0	0,0	4,0
Omissão total de cobre (Cu)	0,0	1,0	0,0	1,0
Omissão parcial de zinco (Zn)	0,0	0,5	0,0	0,5
Omissão total de zinco (Zn)	0,0	0,0	0,3	0,3
Omissão de ferro (Fe)	1,2	1,2	0,0	2,4
Omissão de molibdênio (Mo)	1,3	0,7	0,0	2,0
Omissão total de manganês (Mn)	0,0	0,0	0,3	0,3
Omissão parcial de manganês (Mn)	0,1	0,9	0,0	1,0
Sem omissão de nutrientes	1,2	1,2	0,0	2,4

OBS.: Número de frutos por planta, no momento do corte, Frutos grandes – aqueles com no mínimo, 12 cm de comprimento.

QUADRO 1 – Produção de frutos em número e tamanho, em função do estado nutricional das plantas. Média de 6 plantas.

2. Crescimento

O crescimento das plantas expresso em peso de matéria seca produzida, acha-se assinalado no Quadro 2. Observa-se que em todos os tratamentos em que foi omitido um nutriente, houve um retardamento do crescimento. Interessante assinalar que apesar dos sintomas de carência dos micronutrientes manifestarem-se nas partes mais novas da planta, folhas superiores, as folhas mais velhas apresentaram peso menor de matéria seca. Nota-se igualmente, um efeito drástico da omissão dos nutrientes no peso dos frutos; sendo que na falta de boro (B) não chegou a haver produção. Na omissão de ferro (Fe), apesar da clareza da sintomatologia, não houve acentuada redução no peso dos frutos, assim como nos demais órgãos.

Tratamentos	Órgão da Planta						Total
	Raiz	caule inferior	caule superior	folhas inferiores	folhas superiores	frutos	
Completo	7,70	7,00	6,93	8,53	7,29	40,04	77,45
Omissão de B	2,20	5,53	4,96	2,31	4,04	—	19,04
Omissão de Cu	3,03	3,83	5,21	2,60	5,15	9,12	28,94
Omissão de Fe	7,02	6,87	7,07	6,33	12,33	35,00	74,62
Omissão de Mn	7,16	6,51	5,07	5,89	9,90	16,33	50,87
Omissão de Zn	5,92	5,00	4,50	1,50	9,50	6,00	32,42

QUADRO 2 – Peso da matéria seca (g) das plantas em função dos tratamentos. Média de 6 plantas.

3. Concentração dos nutrientes

A concentração dos micronutrientes nos diferentes órgãos das plantas sadias e deficientes é apresentada no Quadro 3. Observa-se que os teores dos micronutrientes foram mais elevados nas plantas sadias; sendo que a distribuição entre os órgãos obedeceu a seguinte ordem: folhas velhas, folhas novas, frutos, caule, raiz, com exceção da concentração em ferro que se mostrou mais elevada na raiz. A concentração de nutrientes nas folhas superiores refletiam com precisão os sintomas de carência, apresentando-se com concentração mais baixa.

Órgão da planta	Tratamentos									
	+B	-B	+Cu	-Cu	+Fe	-Fe	+Mn	-Mn	+Zn	-Zn
raiz	40	31	6	3	233	163	121	40	45	29
caule inferior	28	18	9	4	69	39	19	13	69	47
caule superior	47	31	2	1	84	50	19	13	29	22
folhas inferiores	82	71	8	1	283	204	118	80	54	37
folhas superiores	70	48	8	2	192	169	54	42	52	38
frutos	50	—	8	5	90	67	27	14	87	37

QUADRO 3 – Concentração dos nutrientes em ppm na matéria seca em função dos tratamentos. Média de 6 plantas.

CONCLUSÕES

- Sintomas de deficiências em boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco são de fácil caracterização.
- Plantas deficientes em boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco recuperam-se facilmente pelo fornecimento do elemento carente.
- Todas as plantas submetidas à carência dos micronutrientes apresentaram peso de matéria seca inferior ao das plantas sadias.
- A produção de frutos é afetada pela carência dos micronutrientes, especialmente pelo boro, onde a produção é nula.

- Os níveis dos nutrientes em ppm na matéria seca das folhas de plantas sadias e deficientes situam-se nos seguintes níveis:

	Plantas sadias	Plantas com deficiência
Boro (B)	70–82	48–71
Cobre (Cu)	8	1–2
Ferro (Fe)	192–283	169–204
Manganês (Mn)	54–118	42–80
Zinco (Zn)	52–54	37–38 38

SUMMARY

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLES CROPS. XXIV – MICRONUTRIENT DEFICIENCIES IN EGGPLANTS (*Solanum melongena* L. var. Híbrida F₁, Piracicaba n^o 100)

Eggplants were grown in pots containing 7 kg of pure quartz sand. Twice a day they were irrigated by percolation with nutrient solutions. The treatments were: complete, –B, –Cu, –Fe, –Mn, –Zn. The deficiencies symptoms are described. The deficiencies were comproved by chemical analysis of the different parts of the plants. The following concentration, expressed in ppm in dry matter are:

	“Healthy” leaves	“Deficient” leaves ;
Boron (B)	70–82	48–71
Copper (Cu)	8	1–2
Iron (Fe)	162–283	169–204
Manganese (Mn)	54–118	42–80
Zinc (Zn)	52–54	37–38

LITERATURA CITADA

- HEWITT, E.J., 1966. Sand and water culture methods in the study of plant nutrition. London. Comm. Bur. Hort. Plant. Crops. Techn. Commun. 22. 240 pp.
- HAAG, H.P. & HOMA, P., 1968. Nutrição Mineral das Hortaliças. III. Deficiências de macronutrientes em berinjela. Anais da E.S.A. “Luiz de Queiroz”, XXV:149-159.
- HAAG, H.P. & HOMA, P., 1968a. Nutrição mineral de hortaliças. IV. Absorção de nutrientes pela cultura de berinjela. Anais da E.S.A. “Luiz de Queiroz”, XXV:177-188.
- HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I., 1950. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Circ. n. 347.

- OLIVEIRA, G.D. de, FERNANDES, P.D., SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1971. Nutrição mineral de hortaliças. XIII. Extração dos macronutrientes pelas hortaliças. O Solo, LXIII(1): 7-12.
- OLIVEIRA, G.D. de, FERNANDES, P.D., COSTA, M.C.B., SANTOS, M.A.C. & HAAG, H.P., 1971a. Nutrição mineral de hortaliças. XVI. Extração de micronutrientes por algumas hortaliças. O Solo, LXIII (2):11-14.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P., 1974. Análises químicas em plantas. E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 56 p.