

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.