

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS
 1. Deficiências de macronutrientes em beringela¹

H. P. Haag²
 P. Homa³

RESUMO

Plantas de beringela da var. *Híbrida F₁ Piracicaba* nº 100 foram cultivadas em vasos contendo sílica e irrigados com solução nutritiva completa e submetidas a tratamento omitindo-se um macronutriente por vez. Apesar da dificuldade de caracterização as plantas exibiram os sintomas de carência na seguinte ordem: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. A caracterização das deficiências foi complementada pela análise química das folhas velhas, novas, caule e frutos.

A exigência da beringela para macronutrientes obedeceu a seguinte ordem: nitrogênio, potássio, cálcio, fósforo, enxofre e magnésio.

INTRODUÇÃO

As espécies hortícolas são mais sujeitas às deficiências minerais, quer pela não pronta disponibilidade dos nutrientes no solo, quer pelas adubações desequilibradas; aliadas ao rápido crescimento, necessidades de quantidades elevadas de nutrientes e intensidade de produção. De modo idêntico, como variam as quantidades de nutrientes essenciais pelas hortaliças, os sintomas de carência de um mesmo nutriente nem sempre se apresentam, podendo ocorrer variações sensíveis.

São citados abaixo os trabalhos básicos em nutrição mineral referentes aos macronutrientes - FURVIN & CARO - LMS (1966 - pág. 243), HOMA et al. (1968) e STUART et al. (1944).

1. Antegue para publicação em 7/11/1968. Trabalho subencionado pelo Conselho Nacional de Pesquisas, Rio de Janeiro.C.B.
2. Cadreira de Química Biológica - ESALQ.
3. Agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Est. de S. Paulo, pela concessão de uma bolsa de iniciação científica.

O presente trabalho visa:

- 1) Obter um quadro sintomatológico das deficiências dos macronutrientes.
- 2) Obter dados analíticos de plantas deficientes e sadias.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de beringela (*Solanum melongena* L. var. *Hábrida F1 Piracicaba nº 100*), foram postas a germinar em vermiculite. Quatorze dias após a germinação as plântulas foram selecionadas quanto ao vigor e transplantadas, em razão de duas, para vasos impermeabilizados, contendo 7 kg de sílica. No início, durante 45 dias, todas as plantas receberam solução nutritiva completa de HOAGLAND & ARNON (1950), modificada quanto ao fornecimento de ferro, que foi fornecido sob a forma de Fe EDTA.

Decorrido este prazo as plantas foram submetidas aos seguintes tratamentos: solução completa, -N, -P, -K, -Ca, -Mg e -S.

Uma vez evidenciados os sintomas de deficiência, procedeu-se a coleta das plantas que foram divididas em: folhas velhas, novas, caule e frutos. As raízes foram despezadas. As partes divididas foram pesadas e postas a secar em estufa a 85°C. O material seco foi novamente pesado e moído em micro-moedor Willey, pensira nº 20.

Nas plantas provenientes dos tratamentos com omisões de nutrientes foram feitas determinações apenas do elemento deficitante; sendo que nas plantas sadias foram determinados todos os macronutrientes. O nitrogênio foi determinado pela técnica de micro-kjeldahl descrita em MALAVOLTA (1957). No extrato nítrico perclórico do material seco e triturado foram seguidas as recomendações de LOTT et al. (1956) para dosar o fósforo. O cálcio, cálcio e magnésio foram determinados no mesmo extrato seguindo a técnica de absorção atômica - The Perkin-Elmer Corp (1966). O enxofre foi dosado por gravimetria (TOH e outros, 1948).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

O peso da matéria fresca e seca dos diferentes órgãos da planta em função dos tratamentos acha-se no Quadro 1.

Observa-se inicialmente que todos os tratamentos afetaram o desenvolvimento das plantas. A omissão de nitrogênio da solução nutritiva afetou sensivelmente o crescimento, principalmente das folhas novas e do caule. Foi o tratamento que mais afetou o desenvolvimento da beringela. Digno de nota é o fato de que na omissão de fósforo e ou de magnésio não houve formação de frutos. A omissão de potássio afetou somente o crescimento das folhas novas e frutos, não tendo aparentemente efeito sobre o peso do caule e das folhas velhas.

A omissão de magnésio se fez sentir principalmente no peso das folhas novas e pela ausência de frutificação. Interessante é o fato que a omissão de enxofre não afetou o desenvolvimento da planta, superando o peso das plantas do tratamento completo. Este fato pode ser explicado por uma possível eliminação de luxo deste nutriente durante os primeiros 45 dias em que as plantas vegetaram em solução nutritiva completa. Uma segunda possibilidade é a baixa extração pela beringela deste nutriente (5,4 kg/ha), como foi observado por HAAG & HOMA (1968).

Sintomas de deficiência

Nitrogênio - Oito dias após a omissão deste nutriente da solução nutritiva as plantas reduziram o seu ritmo de crescimento. As folhas mais velhas tornavam-se pálidas, exibindo uma coloração verde claro. As folhas mais novas não se desenvolviam permanecendo pequenas e de coloração verde claro. Caule fino. Flores em pequeno número e frutos diminutos e mal formados. Com o progredir da carência de nitrogênio as folhas mais velhas amareleciam completamente e se despendiam com facilidade da planta.

Fósforo - Sintomas de carência de fósforo foram de difícil identificação, sendo a característica mais marcante o pouquíssimo número de flores que se despendiam facilmente da planta, tendo como consequência a ausência completa de frutificação. Num estágio mais avançado de carência as folhas mais velhas amareleciam despreendendo-se da planta. As folhas intermédias e novas apresentavam-se com uma coloração verde escura mais intensa do que as correspondentes nas plantas sadias.

Potássio - Os sintomas iniciais surgiram 63 dias, após a omissão do potássio da solução nutritiva nas folhas mais velhas. As folhas apresentavam-se inicialmente com uma leve clorose nos bordos, clorose esta que caminhava em direção ao limbo com o progredir da carência. Na fase mais avançada as folhas velhas necrosavam e o sintoma se repetia nas folhas intermediárias. O aspecto geral da planta lembrava o sintoma da falta de água, fato este já associado à carência de potássio em outra cultura (MALAVOLTA et al., 1967 - pag. 21).

Cálcio - Cinqüenta e oito dias após a omissão deste nutriente da solução nutritiva, as folhas novas apresentavam um amarelamento que se iniciava dos bordos e que caminhava em direção à região internerval, terminando por tomar conta de toda a área do limbo. As folhas novas não se desenvolviam permanecendo pequenas, onduladas e de coloração verde-amarelada.

Ramos e pecíolos finos de pouca consistência ao tato. Flores e frutos em número reduzido.

Magnésio - Sintomas de carência intensificaram-se aos 56 dias após a omissão do magnésio da solução nutritiva. Consistiam num ondulamento e leve clorose nas folhas mais novas e o aparecimento de uma clorose internerval nas folhas mais velhas. Somente as folhas mais novas permaneciam de coloração verde normal.

Digno de nota foi o fato que na omissão do magnésio não houve frutificação a semelhança o que ocorreu no tratamento do qual se omitiu o fósforo da solução nutritiva.

Enxôfre - Devido a beringela ser pouco exigente deste nutriente não se conseguiu obter um quadro sintomatológico da carência do enxôfre. Os únicos sintomas observados foram uma leve clorose nas folhas novas e um esmaecimento da colheita dos frutos.

Teores Químicos

As porcentagens dos constituintes minerais nos diferentes órgãos das plantas sadias e deficientes são apresentados no Quadro 2. Observa-se que os teores dos macronutrientes foram sempre mais elevados nas plantas sadias; sendo que a distribuição entre os órgãos obedeceu a seguinte ordem: caule, folhas velhas, novas e frutos. Teores elevados de nitrogênio foram encontrados nas folhas novas, tanto em plantas sadias como nas

QUADRO 1 - Pêso da matéria(mat) fresca e seca em gramas dos órgãos em função dos tratamentos. Média de 4 repetições.

TRATAMENTO	ÓRGÃO DA PLANTA									
	CAULE		FÓLHAS VELHAS		FÓLHAS NOVAS		FRUTOS		PLANTA INTEIRA	
	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)	pêso (g)
	mat. fresca	mat. seca	mat. fresca	mat. seca	mat. fresca	mat. seca	mat. fresca	mat. seca	mat. fresca	mat. seca
- N	30,6	6,7	11,1	1,9	21,3	3,2	28,0	2,5	91,0	14,3
- P	61,4	13,5	25,1	4,3	88,3	13,3	-	-	174,8	31,1
- K	124,3	27,6	81,7	14,4	124,5	18,3	121,8	9,7	452,3	70,0
- Ca	83,9	18,4	53,9	9,8	94,9	17,3	100,3	10,0	333,0	55,5
- Mg	99,5	21,1	49,3	8,3	66,7	10,0	-	-	215,5	39,4
- S	130,7	30,4	83,3	11,5	197,0	27,3	271,0	25,3	682,0	94,5
Completo	133,0	29,3	89,0	14,5	177,0	26,5	170,0	15,3	569,0	85,6

deficientes. O potássio apresentou-se com porcentagem elevada nas folhas velhas, novas e frutos. Possivelmente tratou-se de uma alimentação de luxo, o que pode ser deduzido pelo exame do Quadro 1, onde se observa que a omissão do potássio não afetou o crescimento da planta, com exceção dos frutos. Digno de nota foi o fato que em plantas deficientes aparentemente, houve uma translocação do cálcio das folhas velhas para as novas e para os frutos. São escassos os trabalhos que citam translocação do cálcio entre as folhas - Burkhardt & Collins (1942) em amendoim citado por MALAVOLTA et al. (1967 - pág. 23) e HAAG (1966) em cana-de-açúcar, entre outros. É surpreendente o baixo teor de magnésio encontrado quer em plantas sadias, quer em deficientes. O teor percentual em enxofre foi mais baixo no caule e nos frutos em plantas deficientes quando confrontado com o de plantas sadias, sendo que nas folhas o teor praticamente não variou.

QUADRO 2 - Porcentagem dos macronutrientes no material seco dos diversos órgãos em plantas sadias e deficientes. Média de 4 repetições.

ELEMENTO	TRATAMENTO	Ó R G Ã O DA P L A N T A					
		caule	fó-lhas velhas	fó-lhas novas	frutos	frutos	frutos
Nitrogênio	com omitido	1,39	2,90	4,82	2,63		
	com omitido	0,48	1,47	2,18	1,30		
Fósforo	com omitido	0,17	0,22	0,36	0,37		
	com omitido	0,06	0,11	0,17	-		
Potássio	com omitido	2,18	4,19	4,09	3,07		
	com omitido	0,41	0,41	0,52	1,19		
Cálcio	com omitido	1,24	3,66	2,27	0,31		
	com omitido	0,37	0,45	1,15	0,25		
Magnésio	com omitido	0,05	0,07	0,07	0,05		
	com omitido	0,02	0,02	0,02	-		
Enxofre	com omitido	0,13	0,21	0,20	0,20		
	com omitido	0,02	0,17	0,17	0,07		

Extração dos nutrientes

O total de nutrientes absorvidos pelas plantas sadias e deficientes em mg, acha-se no Quadro 3.

O teor de nutrientes expresso em mg absorvido por planta dão uma indicação muito mais segura do estado nutricional da planta em confronto com o teor percentual, como se pode observar confrontando os Quadros 2 e 3. Os elementos foram absorvidos pelas plantas sadias e deficientes na seguinte ordem decrescente: potássio, nitrogênio, cálcio, fósforo, enxofre e magnésio.

CONCLUSÕES

- a) Sintomas de deficiência dos macronutrientes são de difícil caracterização.
- b) O aparecimento do sintoma de desnutrição, quando o nível do nutriente no substrato é baixo, aparece na seguinte ordem: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.
- c) Os "níveis" encontrados nas folhas em plantas sadias e deficientes em % do elemento na matéria seca são:

QUADRO 3 - Nutrientes absorvidos por planta sadia e deficiente em mg. Média de 4 repetições.

ELEMENTO	TRATAMENTO	Ó R G Ã O D A P L A N T A						
		caule	fôlhas velhas	fôlhas novas	frutos	planta inteira		
Nitrogênio	com	4,07	420,5	1277,3	402,4	2307,5		
	omitido	32,2	27,9	69,8	32,5	162,4		
Fósforo	com	49,8	31,9	75,4	56,6	213,7		
	omitido	8,1	4,7	22,6	-	35,4		
Potássio	com	638,7	607,6	1083,9	469,7	2799,9		
	omitido	113,2	59,0	95,2	115,4	382,8		
Cálcio	com	363,3	503,7	601,6	47,4	1543,0		
	omitido	68,1	44,1	198,9	25,0	337,1		
Magnésio	com	14,6	10,2	18,5	7,6	50,9		
	omitido	4,2	1,7	2,0	-	7,9		
Enxôfre	com	38,1	30,4	45,0	30,6	144,1		
	omitido	6,1	19,5	54,6	17,5	97,7		

	Fôlhas velhas	Fôlhas novas
Nitrogênio	com omitido 2,90 1,47	4,82 2,18
Fósforo	com omitido 0,22 0,11	0,36 0,17
Potássio	com omitido 4,19 0,41	4,09 0,52
Cálcio	com omitido 3,66 0,45	2,27 1,15
Magnésio	com omitido 0,07 0,02	0,07 0,02
Enxôfre	com omitido 0,21 0,17	0,20 0,17

a) Planta sadia absorve no fim do ciclo as seguintes quantidades de macronutrientes em mg/planta:

Nitrogênio	2307,5
Fósforo	213,7
Potássio	2799,9
Cálcio	1543,0
Magnésio	50,9
Enxôfre	144,1

SUMMARY

Eggplants (*Solanum melongena* L. var. *Hibrida F Piracicaba nº 100*) were grown in pots containing 1 kg of pure quartz. Twice a day they were irrigated by percolation with nutrient solution,

The treatments were: complete solution, -N, -P, -K, -Ca, -Mg and -S.

The plants showed deficiencies symptoms in the following order: N, P, K, Ca, Mg and S. The deficiencies were comproved by chemical analysis of the different parts of the plant.

The percentages of macronutrients, in dry matter are expressed on the Tables 2 and 3 in Portuguese text.

The following amounts of element in mg/plant were absorbed:

N =	2,307.5
P =	213.7
K =	2,799.9
Ca =	1,543.0
Mg =	50.9
S =	144.0

LITERATURA CITADA

- HAAG, H.P., 1965. Estudos de nutrição mineral na cana-de-açú - car (*Saccharum officinarum* L.) var. CB 41-76 cultivada em solução nutritiva. Tese (mimeografada) Piracicaba São Paulo.
- HAAG, H.P. & P.HOMA, 1968. Nutrição mineral de hortaliças. IV. Absorção de nutrientes pela cultura da beringela. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". XXV. pp. 177-188-Piracicaba.
- HOAGLAND, D.R. & D.I. ARNON, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Calif. Agr. Exp. Sta. Circ. nº 347.
- HOMA, P., H.P. HAAG & J.R. SARRUCE, 1968. Nutrição mineral de hortaliças. I. Deficiências de macronutrientes em couve-flor. O Solo. Ano LX (2): 5-14.
- LOTT, W.L., J.P. GALLO & J.C. MEDCALF, 1956. A técnica de análise foliar aplicada no caféiro. Instituto Agrônômico de Campinas. Bol. nº 79.
- MALAVOLTA, E., 1957. Práticas de química orgânica e biológica. Centro Acadêmico "Luiz de Queiroz" - Piracicaba.SP.
- MALAVOLTA, E., H.P. HAAG, F.A.F. de MELLO & M.O.C. BRASIL S9, 1967. Nutrição Mineral de Algas Culturas Tropicais - Editora da Univ. de S.Paulo, São Paulo - Brasil.

PURVIS, E.R., R.L. CAROLUS, 1964. In "Hunger Signs in Crops" - SPRAGUE, H.B. (ed.) David MacKay Company, New York, USA.

STUART, N.W. & D. GRIFFIN, 1944. Some nutrient deficiency effects in the onion. *Herbetia* 11: 329-337.

TOTH, S.J., A.L. PRINCE, A. WALLACE & D.S. MIKKELSEN, 1948. Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissues by a systematic procedure involving use of a flame photometer. *Soil Sci.* 66: 459-466.

THE PERKIN-ELMER CORP, 1966. Analytical Method for Atomic Absorption Spectro Photometry. Perkin Elmer Corp. Connecticut, USA.