

NUTRIÇÃO MINERAL DE HORTALIÇAS. XII. Deficiências de micronutrientes em Couve-flor¹

Em memória do Prof. Dr. José Dal Pozzo Arzolla

M. Kuramoto^{2,3}
G.D. de Oliveira²
H.P. Haag²

RESUMO

Mudas de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytes*, cultivar Piracicaba precoce nº 1) foram transplantadas aos 25 dias para vasos contendo sílica. As mudas em número de quatro por tratamento foram submetidas as seguintes soluções: omissão de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco e solução completa. Todas as soluções sofreram uma purificação prévia. Foram constatados e descritos os sintomas de carência dos micronutrientes. Foi determinado a influência da omissão destes nutrientes sobre o crescimento das plantas expresso em peso da matéria seca. O quadro sintomatológico das deficiências foi comprovado através de análise química das plantas.

INTRODUÇÃO

A couve-flor está muito sujeita a carência dos nutrientes minerais principalmente devido a seu rápido crescimento aliado a um ciclo vegetativo curto e elevada produção.

O quadro sintomatológico das carências dos macronutrientes está bem caracterizado e bastante difundido - PURVIS & CAROLUS (1964, pag. 245), WALLACE (1961, pag. 81), HOMA et al (1968).

As curvas de crescimento e a marcha de absorção dos macronutrientes pela planta em função da idade foram determinadas por HOMA et al. (1969).

- 1 Entregue para publicação em 30/12/70.
- 2 Departamento de Química, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.
- 3 Agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa a concessão de uma bolsa de iniciação científica.

Apesar da ocorrência da carência de alguns micronutrientes em condições de campo, especificamente boro e molibdênio, é escassa a bibliografia a respeito.

Assim, DEARBORN (1949), CHAVES e COUTO (1963), descrevem detalhadamente a carência de boro. PETERSON e PURVIS (1961) descrevem os sintomas de carência de molibdênio em seis espécies entre as quais a couve-flor. Carência de manganês em couve-flor é descrita por HEILMAN (1967).

O presente trabalho visa:

- 1) obter o quadro sintomatológico da carência dos micronutrientes.
- 2) obter dados analíticos de plantas sadias e afetadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytes* - cultivar Piracicaba, precoce nº 1) foram semeadas em germinador contendo vermiculite. Vinte e cinco dias após a germinação procedeu-se ao transplante de mudas escolhidas para vasos plásticos contendo sílica. Cada vaso recebeu duas mudas sendo uma eliminada posteriormente. Os tratamentos foram: omi₃ são de boro (-B), omi₃ são de cobre (-Cu), omi₃ são de ferro (-Fe), omi₃ são de manganês (-Mn), omi₃ são de molibdênio (-Mo), omi₃ são de zinco (-Zn) e presença de todos os nutrientes. A composição química das soluções foi a de HOAGLAND & ARNON (1950). A purificação das soluções nutritivas obedeceu ao esquema de HEWITT (1952) e na experiência adquirida na E.S.A. "Luiz de Queiroz" em Piracicaba.

Uma vez evidenciados os sintomas de carência procedeu-se a coleta das plantas que foram divididas em folhas novas, folhas velhas, caule, raiz, "cabeça" e postas a secar em estufa a 80-85°C.

No extrato nitro-perclórico obtido segundo JOHNSON e ULRICH (1959), foram determinados os teores de cobre, ferro, manganês e zinco pelo espectrofotômetro de absorção atômica (PERKIN-ELMER, 1966).

Boro e molibdênio foram analisados segundo JOHNSON e ULRICH (1959).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

A omissão dos micronutrientes afetou o crescimento da planta. Os dados sobre peso da matéria seca em g das diversas partes da planta acham-se no quadro I. A omissão de boro, ferro, reduziu o crescimento na ordem de 59% e 34% quando confrontado com o tratamento completo. A carência de boro se fez sentir principalmente no peso das folhas novas e pela ausência de inflorescência.

A omissão de ferro da solução nutritiva suprimiu a inflorescência. Interessante observar que a omissão dos demais micronutrientes não afetou o peso da "cabeça" mas houve diminuição no peso das folhas em geral.

SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

Boro

Logo após o transplante das mudas para os vasos (25 dias) as plantas diminuíram a intensidade de crescimento. Após estarem vegetando 39 dias em solução nutritiva com omissão de boro houve o aparecimento da "cabeça", que contudo não se desenvolveu permanecendo atrofiada. Neste estágio as folhas novas envolveram a "cabeça" e atrofiavam-se. A partir deste momento as plantas cessaram por completo o seu crescimento, surgindo áreas cloróticas entre as nervuras das folhas mais velhas. Em consequência do não desenvolvimento da "cabeça" não foi possível verificar a solução de continuidade na medula do caule e pedúnculos florais. O quadro sintomatológico descrito assemelha-se muito com o de CHAVES e COUTO (1963).

Ferro

A deficiência de ferro se fez sentir cerca de três semanas após o transplante da planta e se caracterizou por uma diminuição na intensidade de crescimento. A "cabeça" a partir dos 50 dias, sem contudo se desenvolver. Na mesma ocasião notou-se uma leve clorose nas folhas mais novas. Com o progredir da carência a clorose foi se acentuando apresentando as folhas uma coloração amarelo pálido para branca. Não se notou nenhuma alteração no formato das folhas.

Zinco

De imediato após a omissão de zinco da solução nutritiva ocorreu uma redução na velocidade de crescimento da planta. As folhas mais novas mostravam-se menores e duras ao tato de coloração levemente arroxeada. A inflorescência surgiu em torno dos 50 dias e teve um desenvolvimento normal. Digno de nota foi o fato da parte superior da "cabeça" apresentar-se com uma coloração avermelhada e com o progredir da carencia passou a parda.

Setenta dias após o transplante as folhas próximas a "cabeça" não se desenvolveram permanecendo pequenas e aglomeradas.

Cobre

Após a omissão de cobre notou-se uma paralização no crescimento.

No início observou-se que as folhas se dobravam e adquiriram cor amarelada com "queimaduras" nas bordas. Com o avançar da desnutrição as folhas tornavam-se estreitas, enrugadas, apresentando-se um formato de S. A "cabeça" se desenvolveu normalmente.

Molibdênio

Após a omissão do nutriente a planta se desenvolveu normalmente apresentando contudo o caule arroxeado e as folhas compridas e amareladas.

O aparecimento da "cabeça" se deu em torno dos 55 dias após o transplante. Na época da colheita as folhas mais novas se apresentavam em número reduzido e de coloração arroxeada. As folhas apresentavam o limbo recortado, fazendo lembrar o sintoma designado na língua inglesa por "Whiptail". Os sintomas concordaram com os descritos por HIGUITA e LORA (1964).

Manganes

No início, logo após o transplante, as plantas se desenvolveram normalmente, apresentando, contudo folhas novas enrugadas e duras ao tato. A inflorescência deu-se em torno dos 45 dias após o transplante e notou-se o aparecimento de manchas de coloração arroxeada. Na época da colheita, as fo-

lhas novas apresentaram-se em número reduzido, enroladas e de coloração amarelada.

Teores Químicos

Os micronutrientes expressos em ppm encontrados nas diversas partes da planta em função dos tratamentos acham-se no quadro 2.

Observa-se inicialmente, como era esperado, que a concentração dos micronutrientes é mais elevada nas plantas saudáveis do que nas deficientes, com exceção daquelas do tratamento (-Cu).

Apesar dos teores de cobre apresentarem a mesma concentração, nas plantas que vegetaram com omissão de cobre aquelas em solução completa, a quantidade absoluta encontrada nas plantas foi diferente, como se pode observar no quadro 3.

HOWETT (1961), admite que a concentração adequada de cobre nas folhas em condições de campo seja de 4,80-5,40 ppm, valor bem inferior ao encontrado no presente trabalho.

WALLACE (1961 - pag. 39), admite como 36 ppm o nível adequado para boro e de 23 ppm para plantas com sintomas. Para IMATA (1968), o teor de boro nas folhas de plantas deficientes oscila em torno de 10 ppm, sendo que nas normais este valor se eleva para 20 ppm e em casos extremos pode se elevar até 100 ppm.

Os dados apresentados por estes autores estão em desacordo com os do presente trabalho. Pode-se tentar explicar esta discrepância, tendo-se em conta tratar-se de variedade diferente.

Por outro lado, são bastante concordantes o teor de manganês neste trabalho com os de NICHOLAS (1946), mas não com cordam com os de HEILMAN (1957). Como em todas as espécies a concentração de molibdênio na couve-flor é baixíssima, podendo ocorrer deficiência em condições de campo.

Extração e exportação dos nutrientes

O quadro 3 apresenta as quantidades totais em microgramas dos micronutrientes extraídos nas diversas partes da planta em função dos tratamentos.

Verifica-se que os nutrientes absorvidos em maior quantidade em ordem decrescente foram: ferro, zinco, manganês, boro, cobre e molibdênio.

Como era de se esperar, nos tratamentos com omissão do elemento, a quantidade absorvida foi inferior àquela do tratamento completo.

Digno de nota é o fato da couve-flor ter absorvida quantidades elevadas de ferro e principalmente de manganês e zinco.

Admitindo-se, uma população de 25.000 plantas por ha, a extração dos micronutrientes calculada em g/ha é a seguinte:

Elemento	Planta inteira - "cabeça"	"cabeça"
Boro	74	-
Cobre	17	3
Ferro	130	-
Manganês	84	7
Molibdênio	0,8	0,1
Zinco	85	8

Verifica-se que a exportação dos micronutrientes através da "cabeça" é cerca de 1/10 do total absorvido pela planta.

CONCLUSÕES

a) Sintomas de deficiência dos micronutrientes com exceção do boro, ferro e molibdênio são de difícil caracterização visual.

b) As concentrações dos micronutrientes em ppm em folhas novas e velhas de plantas com deficiência e sem deficiência são:

	Plantas c/ deficiência	Plantas s/ deficiência
Boro	14 - 28	66 - 81
Cobre	10 - 11	10 - 11
Ferro	82 - 119	117 - 139
Manganês	11 - 13	45 - 69
Molibdênio	0,3 - 0,1	0,4 - 0,8
Zinco	23 - 28	48 - 35

QUADRO 1 - Peso em g da matéria seca das diversas partes da planta em função dos tratamentos. Média de 4 repetições.

Tratamento	Idade em dias	PARTES DA PLANTA					Total
		F. novas	F. velhas	Caule	"Cabeça"	Raiz	
Completo	65	15,6	21,0	6,5	--	18,5	61,9
-B	65	2,1	18,7	1,4	--	3,5	25,7
-Fe	65	9,6	14,6	3,6	--	13,2	41,0
Completo	85	20,7	34,1	10,8	10,8	16,2	92,7
-Cu	85	10,5	19,4	6,8	12,2	7,2	60,3
-Mo	85	11,3	19,7	6,0	10,7	12,7	60,4
-Zn	85	6,9	14,7	5,1	13,8	10,8	51,3
-Mn	85	5,3	13,5	6,8	14,5	11,8	42,5

QUADRO 2 - Teores de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco em ppm encontrados na matéria seca de plantas deficientes e normais. Média de 4 repetições.

Órgão da planta	T R A T A M E N T O S											
	-B	+B	-Cu	+Cu	-Fe	+Fe	-Mn	+Mn	-Mo	+Mo	-Zn	+Zn
F. novas	14	66	10	10	82	117	11	45	0,3	0,4	23	48
F. velhas	28	81	11	11	119	139	13	69	0,1	0,8	28	35
"Cabeça"	--	--	8	12	--	--	11	28	0,1	0,4	25	33
Caule	20	38	6	10	39	72	5	9	0,08	0,03	17	44

QUADRO 3 - Quantidades de boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, zinco em microgramas encontrados na matéria seca de plantas deficientes e normais. Média de 4 repetições.

Órgão da planta	T R A T A M E N T O S											
	-B	+B	-Cu	+Cu	-Fe	+Fe	-Mn	+Mn	-Mo	+Mo	-Zn	+Zn
F. novas	29	1029	105	207	787	1825	58	932	3	8	158	994
F. velhas	524	1701	213	375	1737	2919	176	2353	3	27	412	1940
"Cabeça"	--	--	98	130	--	--	160	302	1	4	345	356
Caule	28	247	41	108	131	468	34	97	0,5	0,3	87	475

MINERAL NUTRITION OF VEGETABLE CROPS. XII.
DEFICIENCIES OF MICRONUTRIENTS IN CAULIFLOWER.

SUMMARY

Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*, culivar Piracicaba precoce nº 1) seedlings were transferred at the age of 25 days to plastic pots containing quartz. Groups of 4 plants were exposed to the following nutrient solutions: -B, -Cu, -Fe, -Mn, -Mo, -Zn, and solution containing all the nutrients. Clear cut deficiencies symptoms were described. The influence of the absent of the micronutrients on the growth rate is showed on quadro 1 in Portuguese text. Data of the chemical analysis of different parts of the vegetable (new leaves, old leaves, "head" stem) are presented on quadro 2 and 3 in Portuguese text.

LITERATURA CITADA

- CHAVES, G.M., F.A.A.COUTO, 1963 Deficiência de boro. *Divulgação agrônômica* 9:21-29.
- DEARBORN, C.H., 1942 Boron nutrition of cauliflower in relation to browning. Cornell University Agricultural Expt. Sta. *Ithaca*. 778.
- HEILMAN, P.E., 1967 Manganese deficiency in cauliflower and brocoli induced by soil fumigation with dichloropropene. *Soil Sci.* 103:401-403.
- HOMA, P.M., H.P.HAAG, J.R.SARRUGE, 1969 Nutrição mineral de hortaliças. II Absorção de nutrientes pela cultura da couve-flor. *O Solo*. Ano LXI, nº 1:9-16.
- HOWLETT, F.S., 1961 Variation pattern established by foliar analysis of vegetable plants. In "Plant analysis and fertilizer problems. W.Reuther, Ed. Publicado pela Amer. Inst. Biol. Sci., Washington.
- HOAGLAND, D.R., D.I.ARNON, 1950 The water-culture method for growing plants without soil. *Calif.Ecp.Sta.Circular* 347. Berkeley.
- HEWITT, F.Y., 1952 Sand and water culture methods used in the study on plant nutrition. *Com.Burr.Hort.Plant.Crops Tech.Com.* 22. England.

- HIGUITA, M.F., R.LORA, 1964 Respuesta de la cauliflor a aplicación del molibdeno. *Agricultura tropical*. XX:638-643.
- HOMA, P., H.P.HAAG, J.R.SARRUGE, 1968 Nutrição mineral de hortaliças. I. Deficiência de macronutrientes em couve-flor. *O Solo*. Ano LX, nº 2:5-13.
- IWATA, M., 1968 Boron deficiency and excess in Cruciferous Vegetables. *Y. Japan Soc.Hort.Sci.* 37:155-165.
- JOHNSON, C.M., A.ULRICH, 1959 II Analytical methods for use in plant analysis. *Calif.Agr.Sta.Exp.Bull.* 766. Berkeley.
- NICHOLAS, D.J.D., 1946 Detection of manganese deficiency in plant by tissue test using tetramethyl diamino dephenyl methane. *Nature* 157:696.
- PETERSON, N.K., E.R.PURVIS, 1961 Development of molybdenum deficiency in certain crop plants. *Proc.Soil.Sci.Amer.* 25:111-117.
- PERKIN-ELMER, 1966 Analytical methods for atomic absorption spectro-photometry. Perkin-Elmer Corp. Connecticut, USA.
- PURVIS, E.R., R.L.CAROLUS, 1964 Nutrient deficiencies in vegetable crop. In "Hungger Signs in Crops. H.B. Sprague (ed). David McKay Co. New York.
- WALLACE, T., 1961 The diagnosis of mineral deficiencies in plant by visual symptoms. Her Majesty's Stationery Office. London.