

DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES, Fe e B EM MANJERICÃO (*Ocimum* sp.), EM CULTIVO HIDROPÔNICO¹

José Francisco Teixeira do Amaral²

Aymbiré Francisco Almeida da Fonseca³

Herminia Emilia Prieto Martinez⁴

Paulo Roberto Pereira⁴

Paulo César Rezende Fontes⁴

1. INTRODUÇÃO

O manjericão (*Ocimum* sp.), pertencente à família Labiateae, possui aproximadamente 160 espécies, distribuídas geograficamente nos continentes africano, asiático e americano. No Brasil, existem cerca de 11 espécies, as quais são propagadas principalmente por estaquia (3, 15).

Muitas dessas espécies têm despertado grande interesse econômico, devido às suas propriedades medicinais (17), pelas características químicas aromáticas de seus óleos essenciais (eugenol, metil clavicol, metil eugenol, linalol, geranil, timol etc.), empregados na indústria de perfumes, cosméticos, cremes dentais, dentre outros (15, 17), e por sua utilização como condimento na indústria de embutidos, congelados e mesmo de forma *in natura* (9). É também citada na literatura disponível a ação fúngica de seus óleos sobre os gêneros *Pythium* (12) e *Rhizoctonia* (8), bem como sua utilização na conservação pós-colheita de bananas (14).

¹ Aceito para publicação em 10-03-1999.

² Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - 36571-000 Viçosa, MG.

³ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - 36571-000 Viçosa, MG.

Constatou-se ainda a ação inseticida sobre a ordem Homoptera (11) e sobre mosquitos dos gêneros *Culex* e *Aedes* (9).

A demanda mundial por óleos essenciais extraídos especialmente das folhas das diferentes espécies do gênero *Ocimum* tem sido crescente notadamente nos últimos anos e em países desenvolvidos como Holanda, Alemanha e EUA, onde as exigências pela utilização de produtos naturais são cada vez maiores (17). Tais países têm importado anualmente do Egito, Marrocos, Albânia e Índia considerável volume tanto de folhas secas quanto de óleos. Contudo, o mercado tem se tornado exigente, estabelecendo padrões para o produto importado como teor de óleo na matéria seca e concentração de certos óleos essenciais (3).

A produtividade alcançada pela cultura tem sido muito variada, dependendo do material genético utilizado e das condições de cultivo. GUPTA (3) cita valores entre 20-25 t/ha/ano, com 80 litros/ha de óleo em áreas irrigadas e 15 t/ha/ano, com 55 litros/ha de óleo em condições não-irrigadas. Pesquisas relacionadas ao melhoramento genético resultaram na obtenção de híbridos mais produtivos (40 a 60 t de massa verde por ha), com maiores conteúdos totais de óleo (0,41 a 0,50%) e com alta proporção de eugenol (55 a 65%), que é a essência de maior interesse do mercado (17).

Experimentos objetivando melhorar a produtividade da matéria fresca e do teor de óleo mostraram respostas favoráveis com aplicações de 30-40 kg/ha de N, efetuadas após cada corte. Aplicações de nitrogênio superiores a 40 kg/ha causaram a morte de 10 a 15% das plantas. No entanto, apesar de o uso de altas dosagens desse elemento ter proporcionado maior número de folhas, o conteúdo de óleo diminuiu. Entretanto, o máximo rendimento de matéria fresca por unidade de área foi obtido quando se utilizaram 80 kg/ha de N, 80 kg/ha de P₂O₅ e 30 kg/ha de K₂O (1).

Este trabalho teve por objetivo descrever sintomas de deficiência de macronutrientes, Fe e B, bem como avaliar a influência da omissão desses nutrientes no desenvolvimento vegetativo da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), no período de 20 de março a 30 de abril de 1996.

Estacas de manjeriço com 10 cm de comprimento, foram colocadas a enraizar em recipientes de polietileno, com capacidade para 30 litros, contendo solução nutritiva de HOAGLAND e ARNON (4) a 10% de força, sendo o pH ajustado para 5,5 diariamente e as soluções trocadas após 14 dias para 40% de força.

O período de enraizamento e desenvolvimento inicial das mudas foi de 21 dias, quando então foram transferidas para recipientes plásticos com capacidade para nove litros, definindo assim o início da aplicação dos tratamentos, de acordo com a seguinte distribuição: 1) Testemunha, completo com 6,0; 1,5; 4,0; 2,0; 1,0 e 1,0 mmol/L de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, e 89,62; 46,12; 0,32; 12,58; 0,1 e 1,3 μ mol/L de Fe, B, Cu, Mn, Mo e Zn, respectivamente; 2) omissão de nitrogênio; 3) omissão de fósforo; 4) omissão de potássio; 5) omissão de cálcio; 6) omissão de magnésio; 7) omissão de enxofre; 8) omissão de ferro; e 9) omissão de boro. As soluções nutritivas foram trocadas semanalmente, sendo o pH mantido a 5,5.

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos completos casualizados, com nove tratamentos e três repetições, sendo cada parcela experimental constituída de um recipiente plástico com capacidade para nove litros, no qual foram afixadas duas plantas. A aeração da solução foi proporcionada por ar comprimido desde a fase de produção das mudas.

Os sintomas de deficiências nos diferentes tratamentos foram descritos à medida que ocorriam suas manifestações. Avaliaram-se também a altura de plantas, o comprimento do sistema radicular, a produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, os teores e quantidades de macronutrientes, Fe e B nas porções superior e inferior da parte aérea e nas raízes. Como porção superior da parte aérea, consideraram-se as folhas, os caules e os ramos do terço superior, e como porção inferior, o restante da parte aérea.

As plantas foram colhidas 20 dias após o início da aplicação dos tratamentos, coletando-se separadamente as partes aéreas superior e inferior e as raízes. As amostras, devidamente identificadas, foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 48 horas. Em seguida moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh, e subamostras foram submetidas à digestão nitroperclórica, com exceção das destinadas à determinação do N, para as quais empregou-se a digestão sulfúrica (6).

O fósforo foi dosado pelo método colorimétrico de molibdato, modificado por BRAGA e DEFELIPO (2); o nitrogênio pelo método colorimétrico de Nesler; o potássio pelo método de fotometria de chama; o cálcio, o magnésio e o ferro por absorção atômica; e o enxofre por turbidimetria do sulfato (5). Não foram determinados os teores de boro.

As análises foram processadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Fitotecnia da UFV.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os 20 dias de aplicação dos tratamentos, foram observados os seguintes sintomas visuais de carência dos nutrientes estudados

3.1. Omissão de nitrogênio

As plantas deficientes em nitrogênio apresentaram expressivo retardamento no desenvolvimento vegetativo quando comparadas às testemunhas, conforme se verifica pela menor altura de plantas e de produção de matéria seca da parte aérea e raízes, embora não tenha havido diferença significativa no comprimento de raízes e na relação entre produção de matéria seca na parte aérea/raízes (Quadro 1). Essas plantas apresentaram folhas de menor tamanho e raízes mais finas em relação à testemunha.

QUADRO 1 - Matéria seca, altura de plantas e comprimento do sistema radicular do manjeriçõ, em cultivo hidropõnico, em função da omissõ de nutrientes minerais

Tratamento	MSPA ¹	MSR ²	MSPA/MSR ³	ALT ⁴	COMP ⁵
	----- g -----		g/g	----- cm -----	
Testemunha	8,94 a	2,40 b	3,72 a	36,13 a	36,57 ab
Omissõ N	3,40 c	1,32 c	2,56 a	24,63 bc	36,00 ab
Omissõ P	3,53 bc	1,40 c	2,54 a	26,13 b	40,17 a
Omissõ K	7,68 a	2,24 b	3,42 a	35,08 a	38,67 ab
Omissõ Ca	1,32 d	0,35 d	4,16 a	16,71 c	16,33 c
Omissõ Mg	4,77 bc	1,40 c	3,40 a	29,38 ab	44,50 a
Omissõ S	8,97 a	2,97 a	3,03 a	35,04 a	46,00 a
Omissõ Fe	5,43 b	1,72 c	3,16 a	26,13 b	28,33 b
Omissõ B	8,67 a	2,27 b	3,80 a	34,50 a	39,33 ab
Médias	5,86	1,79	3,27	29,30	36,21
CV (%)	11,77	9,82	19,26	9,76	10,59

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

¹ MSPA (matéria seca da parte aérea - total de duas plantas); ² MSR (matéria seca de raízes - total de duas plantas); ³ MSPA/MSR (relação matéria seca da parte aérea e raízes); ⁴ ALT (altura média de plantas) e ⁵ COMP (comprimento médio de raízes).

A partir do sexto dia da aplicação dos tratamentos, observou-se o aparecimento de um discreto amarelecimento uniforme das folhas, que progrediu rapidamente, especialmente nas mais velhas, que se tornaram inteiramente amareladas e se desprendiam das plantas após o décimo quinto dia. O aparecimento desses sintomas, inicialmente nas folhas mais velhas, deve-se à grande mobilidade desse elemento na planta, que em condições de deficiência é retranslocado para as partes mais novas em crescimento (8,16). Esse fato pode ser verificado no Quadro 2, que mostra

as concentrações do nutriente nas três partes da planta, estudadas para os diferentes tratamentos.

QUADRO 2 - Concentração de nutrientes na matéria seca da porção superior (CPAS) e da porção inferior (CPAI) da parte aérea, e das raízes (CR) do manjeriço, em cultivo hidropônico, em função da omissão de nutrientes minerais

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
	----- dag kg ⁻¹ -----						mg kg ⁻¹
Testemunha	5,04 ab	0,94 bc	4,90 a	2,15 ab	0,46 b	0,30 a	140 a
Omissão N	1,49 e	0,53 e	3,99 a	1,68 c	0,32 c	0,41 a	72 c
Omissão P	2,82 de	0,13 f	3,86 a	1,75 bc	0,31 c	0,15 a	83 c
C Omissão K	4,75 abc	1,30 a	1,04 b	2,16 ab	0,66 a	0,30 a	115 ab
P Omissão Ca	3,24 cd	0,55 de	4,44 a	1,01 d	0,41 bc	0,22 a	57 bc
A Omissão Mg	3,45 bcd	0,87 bc	4,11 a	2,31 a	0,06 d	0,26 a	122 ab
S Omissão S	4,04 abcd	0,82 bc	4,15 a	2,50 a	0,45 b	0,13 a	139 a
Omissão Fe	4,91 ab	0,79 cd	4,03 a	2,25 a	0,51 b	0,42 a	73 c
Omissão B	5,10 a	1,06 ab	4,03 a	2,30 a	0,46 b	0,30 a	117 ab
Média	3,87	0,78	3,84	2,01	0,41	0,28	106
CV(%)	14,14	11,07	10,94	7,98	10,33	56,17	9
Testemunha	3,69 a	0,78 ab	3,98 a	1,77 a	0,33 b	0,16 ab	109 a
Omissão N	0,82 e	0,33 b	3,70 a	1,06 ab	0,14 cd	0,08 b	77 ab
Omissão P	2,03 d	0,28 b	4,07 a	1,46 ab	0,17 bcd	0,09 b	70 ab
C Omissão K	2,94 abcd	0,96 a	1,02 b	1,63 a	0,72 a	0,14 ab	87 ab
P Omissão Ca	2,01 cd	0,45 ab	4,36 a	0,71 b	0,25 bcd	0,14 ab	108 a
A Omissão Mg	2,52 bcd	0,52 ab	4,07 a	1,67 a	0,11 d	0,13 ab	86 ab
I Omissão S	2,77 abcd	0,60 ab	4,03 a	1,71 a	0,27 bcd	0,08 b	80 ab
Omissão Fe	3,01 abc	0,63 ab	3,86 a	1,56 a	0,31 bc	0,21 a	57 b
Omissão B	3,23 ab	0,76 ab	3,82 a	1,75 a	0,30 bc	0,16 ab	87 ab
Média	2,57	0,59	3,66	1,48	0,29	0,13	85
CV(%)	12,73	33,62	6,47	18,59	21,42	26,47	18
Testemunha	5,04 a	1,33 abc	4,44 a	0,43 c	1,08 a	0,54 b	2.180 ab
Omissão N	1,03 e	1,11 c	3,95 a	0,54 b	0,33 d	0,38 bc	2.240 ab
Omissão P	2,88 c	1,15 e	4,65 a	0,46 bc	0,58 c	0,16 d	2.066 ab
Omissão K	4,38 ab	1,40 ab	0,53 b	0,71 a	0,65 c	0,96 a	2.812 ab
C Omissão Ca	1,95 d	0,70 d	1,05 b	0,09 d	0,63 c	0,25 cd	4.583 a
R Omissão Mg	3,91 b	1,54 a	4,15 a	0,66 a	0,11 e	0,47 b	4.328 a
Omissão S	3,70 bc	1,38 ab	4,07 a	0,42 c	0,96 b	0,13 d	2.300 ab
Omissão Fe	4,06 b	1,25 bc	4,92 a	0,47 bc	1,01 ab	0,42 bc	439 b
Omissão B	4,31 ab	1,41 ab	3,95 a	0,46 bc	1,06 ab	0,47 b	2.538 ab
Média	3,47	1,14	3,52	0,47	0,71	0,42	2.609
CV(%)	9,14	7,71	29,54	7,62	4,99	14,57	35

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, em cada parte da planta, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A omissão de nitrogênio foi também responsável por significativa redução no conteúdo de todos os demais nutrientes, tanto na parte aérea quanto nas raízes (Quadro 3), embora não tenha havido influência significativa desta omissão na concentração de potássio e enxofre na parte aérea superior; de fósforo, potássio, cálcio, enxofre e ferro na parte aérea inferior; e de fósforo, potássio, enxofre e ferro nas raízes (Quadro 2).

QUADRO 3 - Conteúdo de nutrientes (mg) na parte aérea (PA) e nas raízes (RA) do manjeriço, em cultivo hidropônico, em função da omissão de nutrientes minerais

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
Testemunha	385,8 a	76,3 abc	398,0 a	174,7 a	34,7 b	20,0 a	1,11 a
Omissão N	36,6 e	13,2 d	126,7 bc	42,5 c	6,8 d	8,4 bc	0,25 de
Omissão P	83,6 de	7,8 d	140,6 bc	56,3 bc	8,1 d	4,2 c	0,27 de
Omissão K	299,1 b	88,0 ab	79,4 c	153,2 a	53,1 a	17,7 ab	0,78 b
P Omissão Ca	38,9 e	6,7 d	58,6 c	11,7 c	4,6 d	2,5 c	0,14 e
A Omissão Mg	144,6 cd	34,3 cd	195,2 b	95,5 b	4,0 d	9,3 bc	0,50 c
Omissão S	299,0 b	89,9 a	367,4 a	186,4 a	31,7 bc	8,9 bc	0,91 b
Omissão Fe	214,9 c	37,4 bcd	213,2 b	99,6 b	21,2 c	16,0 ab	0,35 cd
Omissão B	340,0 ab	76,0 abc	338,2 a	169,5 a	30,9 bc	18,7 ab	0,85 b
Média	204,72	47,73	213,03	109,93	21,68	11,74	0,57
CV(%)	13,39	37,46	14,26	15,74	20,48	30,74	10,68
Testemunha	120,5 a	31,9 b	106,8 ab	10,3 bcd	25,8 ab	13,0 b	5,24 a
Omissão N	13,5 ef	14,5 c	52,0 cd	6,3 e	4,3 de	5,1 cd	2,95 b
Omissão P	40,3 de	2,2 d	64,8 bc	6,5 e	8,1 d	2,3 ef	2,94 b
Omissão K	98,2 ab	31,4 b	11,9 de	15,9 a	14,6 c	21,4 a	6,31 a
R Omissão Ca	6,9 f	2,4 d	4,0 e	0,3 f	2,2 e	0,8 f	1,39 bc
A Omissão Mg	54,6 cd	21,6 c	58,1 c	9,2 cd	1,5 e	6,6 c	6,04 a
Omissão S	110,3 a	40,9 a	121,0 a	12,0 b	28,7 a	3,7 de	6,72 a
Omissão Fe	69,6 bc	21,5 c	84,9 abc	8,0 de	17,3 c	7,1 c	0,76 c
Omissão B	97,9 ab	32,1 b	89,9 abc	10,5 bc	24,0 b	10,8 b	5,72 a
Média	67,98	22,06	65,93	8,78	14,06	7,87	4,23
CV(%)	14,68	12,29	22,58	9,19	11,26	12,10	17,52

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas em cada parte da planta, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de N na porção superior da parte aérea (1,49 dag/kg), referente ao tratamento com omissão desse nutriente, foi bem inferior ao encontrado na mesma região da planta que recebeu o tratamento completo, o qual foi de 5,04 dag/kg (Quadro 2).

3.2. Omissão de fósforo

Observou-se, aos 14 dias após o início dos tratamentos, tonalidade verde-clara de toda planta, quadro este diferindo da descrição geral de sintomas de deficiências deste nutriente, como descrito por REUTER *et al.* (13), os quais relatam o aparecimento de tonalidade verde-escura. Posteriormente surgiu um bronzeamento das folhas, pouco brilho, iniciando-se pelas mais baixas e pelas intermediárias (metade inferior da parte aérea), progredindo para a parte aérea superior, com as folhas apresentando tamanho reduzido, margens encarquilhadas voltadas para cima, necrose e conseqüente queda das mesmas.

A deficiência de P acarretou redução na altura e nas produções de matéria seca da parte aérea e de raízes (Quadro 1), como relatado por MENGEL e KIRKBY (10) em outras espécies, sem contudo alterar, de forma significativa, o comprimento de raízes. Na omissão desse elemento

observam-se menores quantidades de todos os nutrientes estudados, exceto para as de K nas raízes, que permaneceram inalteradas (Quadro 3).

O teor de fósforo na porção superior da parte aérea, com a omissão deste elemento, foi de 0,13 dag/kg, exibindo grande diferença quando comparado ao valor de 0,94 dag/kg encontrado na mesma porção da parte aérea que recebeu o tratamento completo (Quadro 2).

3.3. Omissão de potássio

Os sintomas de deficiência de K iniciaram-se aos 15 dias da aplicação dos tratamentos, na forma de leve amarelecimento de toda a parte aérea das plantas, causando redução visual no desenvolvimento das mesmas, quadro este que permaneceu até o fim do experimento, embora a ausência desse elemento não tenha alterado estatisticamente a altura de plantas, o comprimento de raízes e a matéria seca da parte aérea e de raízes (Quadro 1). Esses sintomas corroboram com os descritos por MENGEL E KIRKBY (10) para outras espécies, os quais relatam que primeiramente nota-se redução na taxa de crescimento, posteriormente ocorrem clorose e necrose das folhas.

Em condições de deficiência de K, ocorreram elevações nas concentrações e nos conteúdos de Mg na parte aérea (Quadros 2 e 3), comprovando o antagonismo existente entre esses elementos, como observado por MALAVOLTA (7), MARSCHNER (8) e TISDALE *et al.* (16). Nas raízes, a omissão de K proporcionou aumento nos teores de cálcio e de enxofre (Quadro 2).

Na porção superior da parte aérea o teor de potássio foi de apenas 1,04 dag/kg no tratamento com omissão desse nutriente, revelando grande discrepância em relação à testemunha, cuja porção superior apresentou teor de 4,90 dag/kg (Quadro 2).

3.4. Omissão de cálcio

A omissão de Ca resultou em sintomas de deficiência cerca de 48 horas após a aplicação do tratamento, com expressivo escurecimento do sistema radicular, o qual tomou-se, posteriormente, completamente enegrecido, paralisando o seu crescimento. Nas folhas foram observados menor tamanho, necrose nas margens e, com a evolução dos sintomas, abscisão das mesmas, como também verificado em outras espécies por MENGEL e KIRKBY (10) e TISDALE *et al.* (17). Finalmente as plantas exibiram menor tamanho, apresentando-se raquíticas em comparação ao controle.

A ausência desse nutriente induziu diminuição significativa no conteúdo de todos os elementos estudados, tanto na parte aérea quanto nas

raízes (Quadro 3). Esses efeitos são o reflexo causado pela deficiência desse elemento, o qual tem como principais funções na planta a estabilidade de membranas e manutenção da integridade celular - como relatado por MARSCHNER (8). Em consequência, a omissão de Ca resultou em menores produções da matéria seca da parte aérea e de raízes, altura de plantas e comprimento de raízes (Quadro 1).

No tratamento sem Ca, a concentração de todos os elementos estudados diminuiu nas raízes, exceto a de Fe, que não foi alterada, e na porção superior da parte aérea reduziu as de N, P, Ca e Fe, e na inferior somente as de N e Ca (Quadro 2).

Observa-se no Quadro 2 que o teor de Ca na porção superior da parte aérea apresentou nível bastante baixo no tratamento com omissão deste elemento (1,01 dag/kg) em comparação à testemunha (2,15 dag/kg).

3.5. Omissão de magnésio

A deficiência desse elemento causou o aparecimento de clorose internerval e pequenas necroses irregulares e acinzentadas inicialmente nas margens e posteriormente também no limbo foliar, notadamente na porção superior da parte aérea. Outro sintoma observado foi a presença de "V" invertido, caracterizado pela coloração verde mantida nas margens do ápice das folhas.

Houve aumento significativo na concentração e na quantidade de Ca nas raízes (Quadros 2 e 3), que ocorreu possivelmente em função do antagonismo entre esses elementos, como preconizado por MALAVOLTA (7) e TISDALE *et al.* (17).

A concentração de Mg na porção superior da parte aérea atingiu 0,46 dag/kg no tratamento completo, valor este muito superior a 0,06 dag/kg observado na mesma porção da parte aérea referente ao tratamento com omissão deste nutriente (Quadro 2).

3.6. Omissão de enxofre

A deficiência de S manifestou-se na forma de leve clorose nas folhas superiores e encarquilhamento das mesmas voltado para cima, como também descrito por MALAVOLTA (7) em outras espécies. As raízes apresentaram-se esbranquiçadas e mais volumosas, o que acarretou maior produção de matéria seca de raízes, em comparação ao controle (Quadro 1).

De maneira geral, as plantas com deficiência de S mostraram crescimento vegetativo comparável ao controle, tendo nas raízes a omissão desse elemento, causando decréscimos na concentração de Mg (Quadro 2), mas surtindo efeito contrário quanto ao conteúdo, que aumentou

(Quadro 3), provavelmente, devido ao respectivo incremento na matéria seca de raízes (Quadro 1).

A concentração de S na porção superior da parte aérea foi aproximadamente 50% menor no tratamento com omissão desse elemento em comparação com a testemunha, atingindo, respectivamente, valores de 0,13 e 0,30 dag/kg (Quadro 2).

3.7. Omissão de ferro

Os sintomas de deficiência desse micronutriente manifestaram-se de forma bem característica, especialmente na porção superior da parte aérea. As folhas mais novas exibiram coloração amarelo pálida, nas quais, posteriormente, constatou-se a presença de necroses irregulares, culminando com a queda das mesmas.

A altura de plantas e de matéria seca da parte aérea e de raízes mostraram valores significativamente menores na omissão de Fe, quando comparados ao controle, sem contudo alterar a relação matéria seca parte aérea/raízes e comprimento de raízes (Quadro 1). A concentração de Fe nas raízes foi estatisticamente superior à da parte aérea, alcançando valores extremamente elevados (Quadro 2), conforme MARSCHNER (8), que cita valores de 50-150 mg/kg na matéria seca para a concentração crítica de deficiência desse elemento.

Os teores de Fe na porção superior da parte aérea foram de 140 e 73 mg/kg, respectivamente na testemunha e no tratamento com omissão de Fe.

3.8. Omissão de boro

No decorrer do trabalho não foram constatados sintomas visuais de deficiência, o que pode ser atribuído ao fato de a planta não ter consumido totalmente as reservas de B absorvidas durante a fase de enraizamento em solução nutritiva contendo esse elemento.

Na omissão de B não se observaram, estatisticamente, alterações na produção de matéria seca da parte aérea e de raízes, altura de plantas, comprimento de raízes (Quadro 1) e na concentração dos nutrientes estudados (Quadro 2). No conteúdo de nutrientes (Quadro 3) só se constatou alteração para o Fe, que se apresentou em menor conteúdo na parte aérea da planta.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

São descritos os sintomas de deficiências dos macronutrientes, Fe e B em manjeriço (*Ocimum* sp.), em cultivo hidropônico, e avaliados os efeitos da omissão de cada nutriente na produção de matéria seca da parte

aérea e de raízes, na altura de plantas e no comprimento do sistema radicular, bem como estabelecidos, em cada caso, o teor foliar do nutriente associado ao sintoma visual desenvolvido.

O crescimento das plantas, avaliado pela produção de matéria seca de parte aérea, raízes e altura mostrou a seguinte ordem decrescente de restrição: $Ca > N \geq P \geq Mg \geq Fe$. O comprimento do sistema radicular foi bastante prejudicado pela omissão de Ca e Fe. A omissão de Ca caracterizou-se por escurecimento do sistema radicular 48 horas após o início dos tratamentos. Posteriormente, as raízes tornaram-se totalmente enegrecidas, e paralisando-se o crescimento. Nas folhas observaram-se redução do tamanho, necrose das margens e abscisão. Os sintomas de carência de N caracterizaram-se por amarelecimento discreto e uniforme das folhas, que progrediu rapidamente, especialmente nas mais velhas. As plantas com omissão de P apresentavam-se com tonalidade verde-clara em toda extensão da parte aérea. A deficiência de Mg causou o aparecimento de clorose internerval e pequenas necroses irregulares e acinzentadas, inicialmente nas margens e posteriormente no limbo foliar da parte superior das plantas. A deficiência de Fe apresentou-se como uma coloração amarelo pálida das folhas mais jovens, seguida de necroses irregulares e abscisão foliar. As carências de S e K foram pouco evidentes, caracterizando-se por leve clorose, enquanto a carência de B não resultou em sintomas visuais no tempo em que foi conduzido o ensaio. As folhas da metade superior da planta submetidas ao tratamento completo apresentaram 5,04; 0,94; 4,90; 2,15; 0,46 e 0,30 dag/kg e 140 mg/kg de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe, enquanto as das plantas deficientes apresentaram 1,49; 0,13; 1,04; 1,01; 0,06 e 0,13 dag/kg e 117 mg/kg de N, P, K, Ca, Mg, S e Fe, respectivamente.

5. SUMMARY

(DEFICIENCIES OF MACRONUTRIENTS, Fe AND B IN SWEET BASIL (*Ocimum* sp.) IN WATER CULTURE)

The objectives of this study were to describe the deficiency symptoms of macronutrients, Fe and B in sweet basil (*Ocimum* sp.) in hydroponic culture, to evaluate the effect of their omission on aerial part and root dry matter, plant height and root length and to determine the leaf factor associated to the visual symptom developed for each case. Plant growth, which was evaluated by the aerial part and root dry matter production and plant height, showed the following decreasing restriction order: $Ca > N \geq P \geq Mg \geq Fe$. Root system length was considerably damaged by Ca and Fe omission. Ca omission was characterized by

darkening of the root system at 48 hours after treatments were started. Afterwards, the roots became completely dull and had their growth stopped. Size reduction, margin necrosis and leaf abscission were observed. Six days after applying the treatments, the symptoms of N shortage became apparent, characterized by a discrete and uniform yellowing of the leaves, quickly advancing, specially in the older ones, which became completely yellowish after the 15th day. Fourteen days after treatment application, the P-lacking plants showed a light-green coloration in the whole aerial part, and such a symptom was maintained until the end of the experiment. Mg deficiency caused the appearance of an internerval chlorosis and some small irregular and grayish necrosis, initially in the margins and later in the leaf limb of the upper part of the plant. Fe deficiency caused the younger leaves to show a pale yellow color followed by irregular necrosis and leaf abscission. S and K shortages were not much evident and were characterized by light chlorosis, whereas B shortages resulted in no visual symptoms during the period the assay was conducted. The leaves at the upper half part of the plant, submitted to complete treatment presented 5.04, 0.94, 4.90, 2.15, 0.46 and 0.30 dag/kg of N, P, K, Ca, Mg and S, while those of the deficient plants presented 1.49, 0.13, 1.04, 1.01, 0.06 and 13 dag/kg of N, P, K, Ca, Mg and S. The Fe contents were 140 and 117 mg/kg in the leaves at the upper half part of the well-nourished plants and in the Fe-deficient ones, respectively.

6. LITERATURA CITADA

1. BALYAN, S.S.; SOBTI, S.N.; PUSHANGADAN, P.; SINGH, A. & ATAL, C.K. Cultivation of ocimum at Jammu. In: ATAL, C.K. & KAPUR, B.M. (ed.). *Cultivation and utilization of aromatic plants*. New York, Scientific, p.481-486.
2. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, 21:73-85, 1974.
3. GUPTA, R. Basil (*Ocimum* sp.). *G-15 GEBMAP Newsletter* n° 5-6:1-3, 1994.
4. HOAGLAND, D.A. & ARNON, D.I. *The water culture method for growing plants without soil*. Berkeley, Cal. Agric. Exp. Sta. Circ., 1950. 347p.
5. JACKSON, M.L. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1958. 498p.
6. JOHNSON, C.M. & ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*. Los Angeles, University of California, 1959. p.32-33 (Bulletin, 766).
7. MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1980. 255p.
8. MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd. San Diego, Academic Press, 1995. 889p.
9. MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M. de; CASTELLANI, D.C. & DIAS, J.E. *Plantas medicinais*. Viçosa, UFV, 1994. 220p.
10. MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. 3th. ed. Bern, International Potash Institute, 1982. 655 p.
11. OFUYA, T.I. & OKUKU, I.E. Insecticidal effect of some plants extracts on the cowpea aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera, Aphididae). *Anzeiger fur Schadlings kunde Pflanzenschutz Umweltschuts*, 67(6):127-129, 1994.

12. PANDLEY, V.N. & DUDEY, N.K. Antifungal potential of leaves as essential oils from higher plants against soil phytopathogens. *Soil biology & Biochemistry*, 26:1417-1421, 1994.
13. REUTER, D.J. & ROBINSON, J.B. *Plant analysis: an interpretation manual*. Melbourne and Sydney, Inkata Press, 1986. 218 p.
14. SINGH, H.N.B.; PRAZAD, M.M. & SINHA, K.K. Efficacy of leaf extracts of some medicinal plants against disease development in banana. *Letters in Applied Microbiology*, 17:269-271, 1993.
15. SOBTI, J.N. & PUSHPANGADAN, P. Studies in the genus *Ocimum*: Cytogenetics, breeding and production of new strains of economic importance. In: ATAL, C.K. & KAPUR, B.M. (ed.). *Cultivation and utilization of aromatic plants*. New York, Scientific, 1982. p.457-472.
16. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. & BEATON, J.D. *Soil fertility and fertilizers*. New York, Macmillan Publishing Company, 1985. 754p.
17. WERKER, E.; PUTIEVSKY, E.; RAVID, U.; DUDAI, N. & KATIZIR, I. Glandular hairs and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). *Annals of Botany*, 71:43-50. 1993.