

Solução nutritiva e composição mineral de três espécies de menta cultivadas no sistema hidropônico

Nutrient solution and mineral composition of three mint species grown in hydroponic system

Tânea Maria Bisognin Garlet^{I*} Osmar Souza dos Santos^{II}

RESUMO

O objetivo do estudo foi determinar o teor e a acumulação de nutrientes em três espécies de *Mentha* e testar o desempenho de solução nutritiva calculada para o cultivo de menta, a partir de dados anteriores de produção de matéria seca e de quantidade de nutrientes extraídos por *M. arvensis*, no sistema hidropônico NFT Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT). O trabalho foi conduzido em casa de vegetação de 250m² do Departamento de Fitotecnia da UFSM, RS, Brasil, no período de outubro a dezembro de 2004. Empregou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos (órgãos da planta) e cinco repetições. Estacas de plantas matrizes foram enraizadas em espuma fenólica por 20 dias em berçário e após foram transferidas para bancadas de produção final. As plantas foram colhidas aos 62 (*M. arvensis*), 69 (*M. x gracilis*) e 76 (*M. x piperita* var. *citrata*) dias após o plantio, separadas em partes (raízes, hastes, folhas) e secas em estufa a 70°C para determinação de matéria seca e análise de tecidos. Nitrogênio, cálcio e potássio foram os macronutrientes com maior concentração em todas as partes das plantas, já os micronutrientes foram ferro, manganês e zinco. Houve maior acúmulo de macronutrientes nas folhas, seguidas pelas hastes e raízes. Constatou-se que a solução nutritiva elaborada garantiu elevada produção de fitomassa, sem que as plantas apresentassem sintomas visuais de deficiência ou toxicidade de macro e micronutrientes.

Palavras-chave: *Mentha arvensis*, *Mentha x gracilis*, *Mentha x piperita* var. *citrata*, hidroponia, nutrição de plantas.

ABSTRACT

The intention of this study was to determine the levels and accumulation of nutrients in three *Mentha* species and to test the performance of the nutrient solution for the growth of mint, obtained from previous data of dry matter production and quantity of nutrients extracted by *M. arvensis*,

in NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system. The research was carried out at the Department of Fitotecny, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brazil, from October to December. A completely randomized design was used with three treatments (plant organs) and five replications. Stakes of matrix plants rooted in phenolic foam for 20 days in a nursery, being then transferred to final production gullies. The plants were harvested at 62 (*M. arvensis*), 69 (*M. x gracilis*) and 76 (*M. x piperita* var. *citrata*) days after planting, separated in parts (roots, stems, leaves) and dried at 70°C for the determination of dry matter and tissue analysis. Nitrogen, calcium and potassium were the macronutrients with larger concentration in all plant parts; the micronutrients were iron, manganese and zinc. There was a higher accumulation of macronutrients in the leaves, followed by stems and roots. It was verified that the nutrient solution elaborated guaranteed a high phytomass production without the plants showing visual symptoms of deficiency or toxicity of macro and micronutrients.

Key words: *Mentha arvensis*, *Mentha x gracilis*, *Mentha x piperita* var. *citrata*, hydroponics, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

O gênero *Mentha*, família Lamiaceae, compreende aproximadamente 25 espécies originárias do Velho Mundo e adventícias nas Américas (HARLEY & BRIGTHON, 1977). Algumas foram introduzidas ainda na época do descobrimento do Brasil, enquanto outras vieram com japoneses e europeus no início do século XX. As espécies são valorizadas para uso culinário e para fazer chás medicinais, e são conhecidas principalmente pelo sabor característico e aroma refrescante. Entre as mais populares destacam-se hortelã-

^IDepartamento de Ciências Biológicas, Universidade de Cruz Alta (UNICRUZ). Rua Andrade Neves, 308, 98025-810, Cruz Alta, RS, Brasil. E-mail: taneagarlet@hotmail.com. *Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97115-900, Santa Maria, RS, Brasil.

japonesa ou vique (*Mentha arvensis* L.), hortelã-pimenta (*Mentha x piperita* var. *piperita* L.), hortelã-verde ou menta-dos-jardins (*Mentha spicata* L.), hortelã-rasteira ou hortelã-de-panela (*Mentha x villosa* Huds.), hortelã-limão (*Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq.), menta-do-levante (*Mentha x gracilis* Sole) e hortelã-comum (*Mentha suaveolens* Ehrh.).

Os óleos essenciais das mentas são ricos em terpenóides de amplo interesse industrial, para composição de produtos farmacêuticos, alimentícios, cosméticos e aromatizantes do tabaco. A produção mundial estimada desses óleos é de 22.200 toneladas anuais (SANT SANGANERIA, 2005). Índia, China, Brasil, Japão, França e Estados Unidos são os países produtores mundiais do óleo essencial rico em mentol, sendo que a Índia contribui com 70% do volume desta produção (SRIVASTAVA et al., 2002).

Os nutrientes minerais são fundamentais para o crescimento das plantas e a produção de óleos essenciais em *Mentha* (BROWN et al., 2003). Esses nutrientes podem ser fornecidos por meio das soluções nutritivas da hidroponia, permitindo rápido crescimento e produção de matéria-prima de qualidade. A técnica do fluxo laminar de nutrientes (NFT) constitui-se em um sistema econômico quanto ao uso da água e dos elementos minerais contidos na solução, desde que haja monitoramento e ajuste da solução nutritiva para o controle de possíveis desordens nutricionais (BACKES et al., 2004). O ambiente protegido possibilita o controle do desenvolvimento das plantas e da solução nutritiva durante o cultivo (SANTOS, 2000). Além disso, a ausência de solo e o cultivo protegido reduzem muito o uso de defensivos agrícolas, oferecendo ao consumidor produtos de melhor qualidade, conferindo vantagens ao uso da hidroponia, especialmente quando se cultivam plantas de emprego farmacêutico.

Poucas informações encontram-se disponíveis na literatura a respeito das exigências nutricionais e da composição mineral de espécies medicinais e, em especial, de mentas (MAIA, 1998a; MAIA, 1998b; RODRIGUES et al., 2004; BLANK et al., 2006). A maior parte dos trabalhos em hidroponia desenvolvidos no Brasil está direcionada à avaliação de teores e necessidades nutricionais de hortaliças folhosas, frutíferas, floríferas e ornamentais (FURLANI et al., 1999). Verifica-se, portanto, a necessidade de estudos que envolvam aspectos nutricionais de plantas aromáticas e medicinais cultivadas em hidroponia, no sistema NFT. Assim, objetivou-se neste trabalho determinar o teor e a acumulação de nutrientes em três espécies de *Mentha* e testar o desempenho de solução nutritiva calculada para o cultivo de menta no sistema hidropônico NFT.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação de 250m², coberta com polivinilclorídrico (PVC), com 200 µm de espessura, na área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, no período de outubro a dezembro de 2004. Realizaram-se três experimentos simultâneos, para as espécies *Mentha arvensis* L., *Mentha x gracilis* Sole e *Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq., no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos (órgãos da planta) e cinco repetições. As mudas das espécies de *Mentha* oriundas de matrizes cultivadas em solo foram obtidas a partir de estacas caulinares, de 4cm de comprimento, com quatro folhas, enraizadas em espuma fenólica com dimensões de 2x2x2cm, conduzidas em berçário constituído por perfis de polipropileno, com 4m de comprimento e 3cm de largura, colocados sobre cavaletes com desnível de 2% para escoamento da solução nutritiva. As mudas permaneceram no berçário até o momento que apresentaram de oito a nove folhas desenvolvidas, aos 20 dias, quando foram transplantadas para as bancadas de produção final constituídas por perfis de polipropileno com 6m de comprimento por 10cm de largura, sustentados por cavaletes com 0,80m de altura e declividade de 2%. O espaçamento foi de 0,25m nos perfis e 0,40m entre perfis, correspondendo à densidade de 10 plantas m⁻² de área ocupada pelo sistema de bancadas. Utilizou-se o sistema NFT, com a solução nutritiva distribuída nos perfis na vazão de 1,8L s⁻¹, por meio de conjunto motobomba de 0,5HP e recolhida no final da bancada de cultivo por meio de calha coletora, retornando aos reservatórios de fibra de vidro, com capacidade de 500L.

A solução nutritiva foi calculada a partir dos dados de produção de matéria seca e da quantidade de nutrientes extraídos por *M. arvensis*, obtidos por PAULUS et al. (2004). Utilizaram-se as seguintes fontes de nutrientes, com as respectivas quantidades em g 1000L⁻¹ de solução nutritiva: nitrato de cálcio= 375; nitrato de potássio= 737; monoamônio-fosfato= 134; sulfato de magnésio= 313; nitrato de amônio= 146; nitrato de magnésio= 28; ácido bórico= 2,86; sulfato de cobre= 0,08; sulfato de manganês= 1,54; sulfato de zinco= 0,22; molibdato de amônio= 0,024; e Fe-EDTA = 500mL (conforme metodologia descrita por FURLANI & FURLANI, 1988). Na produção de mudas, essa solução foi diluída a 50%. A solução desenvolvida possui as seguintes doses de íons macronutrientes (mmol L⁻¹): NH₄⁺=2,95; NO₃⁻= 12,15; H₂PO₄⁻=0,98;

$K^+=7,08$; $Ca^{+2}=1,78$; $Mg^{+2}=1,34$; $SO_4^{-2}=1,27$; e de micronutrientes ($mg\ L^{-1}$): $B=2,884$; $Cu=0,075$; $Fe=2,5$; $Mn=6,084$; $Mo=0,0883$; $Zn=0,431$.

A condutividade elétrica (CE) inicial da solução foi $2,38\ dS\ m^{-1}$. Realizou-se controle a cada dois dias, com reposição de 50% dos nutrientes sempre que a CE atingia 50% do valor inicial. A renovação da solução nutritiva ocorreu por três vezes, durante o período experimental. Corrigiu-se o pH a cada dois dias para o valor de $6,0 \pm 0,2$, utilizando-se base (NaOH) 0,1 M para elevar o pH ou ácido (H_2SO_4) 0,1M para diminuir o pH, após completar o volume dos reservatórios com água. Controlou-se a circulação das soluções por meio de temporizador programado para acionar a motobomba durante 15 minutos, com intervalos de 15 minutos, no período diurno (7h-20h), e 15 minutos a cada intervalo de 2h, durante o período noturno (20h-7h).

As plantas foram colhidas aos 62 (*M. arvensis*), 69 (*M. x gracilis*) e 76 dias após o plantio das estacas (*M. x piperita* var. *citrata*), no início da floração, exceto *M. x piperita* var. *citrata*, que floresceu apenas em março de 2005, conforme observado em cultivo a campo. As plantas foram separadas em raízes, hastes e folhas, secas em estufa a $70^\circ C$, até massa constante, para determinação de matéria seca e análise de tecidos.

Os teores de macro e micronutrientes na matéria seca das raízes, hastes e folhas foram determinados no Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM e extraídos da seguinte forma: N, por digestão sulfúrica; P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, por digestão nítrica-perclórica e B, por digestão seca por meio de incineração em forno mufla. A determinação seguiu o método de Kjeldahl para N; espectrometria visível para P e B; fotometria de chama para K; turbidimetria para S e espectrofotometria de absorção atômica para Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn (TEDESCO et al., 1995; MIYAZAWA et al., 1999). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nutrientes das três espécies de *Mentha*, nas diversas partes das plantas, pode ser observado na tabela 1. Nitrogênio, cálcio e potássio foram os macronutrientes com maior concentração em todas as partes das plantas de *Mentha*, concordando com dados de MALAVOLTA (2006), para as principais culturas brasileiras de interesse econômico. Já os micronutrientes de maior teor foram ferro, manganês e zinco.

O nitrogênio foi o macronutriente encontrado em maior teor nas folhas e raízes das três espécies, enquanto que nas hastes de *M. arvensis* e *M. x piperita* var. *citrata* foi o cálcio e nas hastes de *M. x gracilis* foi o potássio. O nitrogênio é, geralmente, o nutriente mais exigido pelas culturas, já que atua como componente estrutural nas moléculas de aminoácidos e proteínas, e estimula o crescimento vegetativo, a formação e o desenvolvimento de gemas floríferas (MARSCHNER, 1995). Em casos de baixo suprimento de nitrogênio ocorre redução na produção de folhas, pois as folhas apresentam assimilação do nitrato em proteína (MAFFEIS et al., 2000). O papel do cálcio é participar na síntese da parede celular, divisão e alongação celular (TAIZ & ZEIGER, 2004), proporcionando rigidez e estrutura às membranas celulares. Já o potássio auxilia na translocação de fotossintatos para partes em crescimento e na extensão celular (MARSCHNER, 1995).

Os teores de ferro nas raízes são os que mais se destacam quando comparados aos teores das folhas. Os teores do nutriente nas raízes foram maiores de 40 a 50 vezes aos teores das folhas. BORKERT et al. (2001) comentam que faixas de concentração de ferro são bastante variáveis e grande número de plantas pode ser enquadrado dentro de valores entre 50 e $250\ mg\ kg^{-1}$, como suficientes para boa nutrição. Já valores acima de $1000\ mg\ kg^{-1}$ geralmente estão associados à toxicidade. Embora abundante, o ferro pode se tornar insolúvel, ao se combinar com oxigênio e formar oxihidratos (SCHMIDT, 2003), que podem ficar adsorvidos no apoplasto das células radiculares, não ocasionando sintomas de toxicidade que seriam esperados se houvesse absorção em excesso. Não foram observados sintomas visuais de deficiência ou toxicidade, podendo-se considerar que os nutrientes fornecidos pela solução hidropônica foram adequados ao crescimento das plantas, o que pode ser confirmado pela alta produção de matéria seca.

A amplitude de variação nos teores foliares dos nutrientes (Tabela 1), em função das espécies de *Mentha*, corresponde a macronutrientes ($g\ kg^{-1}$): N= 39,69 a 43,43; P= 5,22 a 6,15; K= 11,87 a 15,95; Ca= 13,48 a 20,45; Mg= 6,95 a 10,35; S= 5,50 a 7,50; e micronutrientes ($mg\ kg^{-1}$): B= 39,03 a 50,21; Cu= 17,37 a 28,99; Fe= 307,60 a 352,00; Mn= 133,27 a 203,20; Zn= 59,61 a 72,25. Nos teores da parte aérea, seguindo a proporção de matéria seca entre hastes e folhas, a amplitude foi: N= 26,52 a 29,68; P= 4,18 a 5,71; K= 14,64 a 16,74; Ca= 14,87 a 18,72; Mg= 5,85 a 7,49; S= 2,66 a 4,25; B= 29,79 a 38,56; Cu= 18,67 a 24,38; Fe= 233,95 a 278,28; Mn= 194,32 a 266,14 e Zn= 61,97 a 70,06.

Tabela 1 - Teor de macronutrientes (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) nas folhas, hastes, raízes e média de parte aérea (PA) das plantas de *Mentha arvensis* L., *Mentha x gracilis* Sole e *Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq. em cultivo hidropônico - NFT, UFSM, Santa Maria, RS, 2004.

Partes da planta	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Mentha arvensis</i> L.											
Folhas	43,43a	5,22b	11,87b	20,45a	10,35a	5,78a	41,94a	28,99b	347,27b	203,20a	72,25b
Hastes	14,17c	3,41c	16,68a	17,45a	5,39b	0,36c	20,86b	21,00b	150,67b	246,07a	54,40b
Raízes	33,16b	7,81a	17,79a	14,73b	5,87b	2,03b	42,98a	117,53a	14186,67a	199,20a	133,33a
Média (PA)	26,54	4,18	14,64	18,72	7,49	2,66	29,79	24,38	233,95	227,91	61,97
CV(%)	7,11	5,06	3,80	7,38	10,83	18,30	12,81	34,36	18,60	10,90	12,51
DMS (5%)	5,38	0,69	1,47	3,25	1,95	1,24	11,32	48,07	2281,72	59,03	27,16
<i>Mentha x gracilis</i> Sole											
Folhas	41,40a	6,01b	15,95a	13,48a	6,97a	5,50a	39,03a	24,59b	352,00b	133,27b	64,93b
Hastes	14,69b	4,66c	17,75a	16,66a	5,05b	0,45c	24,55b	14,73b	184,00b	272,40a	67,67b
Raízes	37,29a	8,08a	15,38a	18,17a	6,34a	2,93b	41,89a	120,53a	13076,67a	143,73b	138,13a
Média (PA)	29,68	5,41	16,74	14,87	6,13	3,29	32,67	20,26	278,28	194,32	66,13
CV(%)	6,21	3,82	7,36	12,76	7,35	15,43	14,44	36,09	6,64	13,85	5,69
DMS (5%)	4,84	0,60	3,02	5,15	1,13	1,15	12,72	48,18	755,43	63,56	12,86
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>citrata</i> (Ehrh.) Briq.											
Folhas	39,69a	6,15b	14,59a	14,59b	6,95a	7,50a	50,21a	17,37b	307,60b	167,80b	59,61b
Hastes	14,51b	5,32b	15,57a	18,39ab	4,86b	1,28b	27,93b	19,87b	190,60b	355,80a	79,59b
Raízes	37,92a	14,43a	12,16b	24,63a	7,42a	1,80b	33,42b	131,40a	15799,33a	251,00ab	155,60a
Média (PA)	26,52	5,71	15,10	16,58	5,85	4,25	38,56	18,67	246,39	266,14	70,06
CV(%)	3,80	24,42	6,36	16,64	6,07	13,26	13,57	37,74	24,97	25,66	21,74
DMS (5%)	2,92	5,28	2,25	8,01	0,97	1,17	12,65	53,15	3398,81	166,00	53,52

Médias não seguidas de mesma letra nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Ao cultivar plantas de *M. arvensis* em vasos contendo sílica e solução nutritiva descrita por Sarruge, MAIA (1998a) obteve teores foliares de macronutrientes (g kg^{-1}): N= 44,30; P= 3,70; K= 42,10; Ca= 14,90; Mg= 6,70; S= 1,90; e de micronutrientes (mg kg^{-1}): B= 51,00; Cu= 9,00; Fe= 432,00; Mn= 56,00 e Zn= 46,00. Em outro experimento também com *M. arvensis*, MAIA (1998b) encontrou na parte aérea, teores de N= 10,88; P= 1,26; K= 9,89; Ca= 9,05; Mg= 2,27; S= 3,01; B= 22,00; Cu= 20,58; Fe= 158,50; Mn= 21,00 e Zn= 38,85. Ao fazer uma comparação com os resultados do presente estudo, verifica-se que os teores foliares obtidos por MAIA (1998a) de: N, Ca, Mg e B apresentaram valores semelhantes; P, S, Cu, Mn e Zn mostraram-se inferiores; K e Fe foram superiores ao deste estudo. Para a parte aérea das espécies de *Mentha*, os teores de nutrientes foram bem superiores aos encontrados por MAIA (1998b), sendo que apenas teores de enxofre e cobre apresentaram valores semelhantes.

Essas variações encontradas nos teores de nutrientes podem ser explicadas, segundo MALAVOLTA (2006), pela influência de fatores

externos e internos que interferem na absorção iônica. O abaixamento da tensão de oxigênio na solução e da temperatura diminui a absorção de nutrientes, o que acarreta menor concentração no suco celular. Oxigênio dissolvido e calor (com temperatura ótima em torno de 30°C) são necessários para que se processe a respiração, fonte de ATP para a absorção ativa. Espécies e variedades apresentam capacidades diferentes para absorver tanto macro quanto micronutrientes, o que pode estar relacionado com parâmetros cinéticos (concentração e velocidade de absorção). O processo de absorção está sob controle genético, sendo que há genes que se expressam mais ou menos, o que varia a absorção. A concentração externa de cátions e de ânions, o pH, a intensidade transpiratória, a morfologia e o tamanho das raízes, além do nível de carboidratos e de sais presentes no protoplasto, constituem também fatores que influenciam a absorção.

No sistema NFT, o volume da solução nutritiva por planta cultivada não deve ser inferior a 1 L, pois quanto maior o volume por planta, menores alterações nas concentrações de nutrientes ocorrerão

na solução nutritiva (FURLANI et al., 1995). No presente trabalho, o volume da solução no reservatório foi de 4L planta⁻¹, sendo que a água evapotranspirada foi repostada diariamente. As plantas têm grande capacidade de adaptação às diferentes condições nutritivas. No entanto, o mau uso destas pode acarretar sérios prejuízos (MARTINEZ & SILVA FILHO, 2004). Um adequado fornecimento de nutrientes está diretamente relacionado ao volume de solução, ao estágio de desenvolvimento, à taxa de absorção de nutrientes e frequência de renovação e à reposição de nutrientes na solução nutritiva (HOAGLAND & ARNON, 1950).

Analisando o total de nutrientes fornecidos pela solução hidropônica utilizada, constatou-se que os valores estão adequados em relação aos referidos por BARRY (1996), citado por FURLANI et al. (1999), com as seguintes faixas (mg L⁻¹): N (70-250), P (15-80), K (150-400), Ca (70-200), Mg (15-80), S (20-200), Fe (0,8-6), Mn (0,5-2), B (0,1-0,6), Cu (0,05-0,3), Zn (0,1-0,5) e Mo (0,05-0,15).

Quando se procede a análise das exigências nutricionais de plantas, visando ao cultivo em solução nutritiva, segundo FURLANI et al. (1999), deve-se focar as relações entre os nutrientes, pois essa é uma indicação da relação de extração do meio de crescimento. As relações entre os teores foliares de potássio e os demais macronutrientes (g kg⁻¹) para *M. arvensis*, *M. x gracilis* e *M. x piperita* var. *citrata* foram, respectivamente, K:N (1:3,66; 1:2,60; 1:2,72), K:P (1:0,44; 1:0,38; 1:0,42), K:Ca (1:1,72; 1:0,85; 1:1), K:Mg (1:0,87; 1:0,44; 1:0,48) e K:S (1:0,49; 1:0,34; 1:0,51). Essas relações foram superiores àquelas encontradas por MAIA (1998a) e MAIA (1998b), em hidroponia com substrato do tipo sílica, e por BLANK et al. (2006) em solo. Verificou-se que as plantas de *M. arvensis* absorvem maior quantidade de nitrogênio, cálcio e magnésio para cada unidade de potássio absorvido do que as outras duas espécies. No entanto, fósforo e enxofre apresentaram relações semelhantes para as três espécies.

As relações entre os teores de potássio e os demais macronutrientes devem ser consideradas com cautela, havendo necessidade de outros estudos a fim de se definir padrões de relações entre macronutrientes em *Mentha*, visando à manutenção do equilíbrio eletroquímico da solução, já que é grande a variação nas concentrações encontradas em outros experimentos (MAIA, 1998a; MAIA, 1998b; BLANK et al., 2006).

Na tabela 2, observam-se diferenças significativas na produção de matéria seca e, conseqüentemente, nas quantidades de nutrientes extraídas pelas raízes e parte aérea das espécies de

Mentha. FURLANI et al. (1999), em estudos com plantas de alface, verificaram que as variações são devidas às cultivares e também à idade de colheita das plantas. GUPTA (2001) cita que quanto maior a capacidade da planta em acumular um nutriente maior será a diferença na concentração desse nutriente, em resposta a taxas variáveis de adubação. Então, o conhecimento sobre as partes das plantas que mais acumulam nutrientes deve se destacar como um critério para delimitar os níveis de nutrientes, da suficiência à toxicidade.

No caso das *Mentha*, verifica-se que houve maior acúmulo de macronutrientes nas folhas, depois nas hastes e por último nas raízes. Nitrogênio, cálcio e potássio foram os nutrientes extraídos em maior quantidade na planta inteira. Para os micronutrientes, foram ferro, manganês e zinco. A extração dos nutrientes é indicada pela seguinte ordem decrescente: N>Ca>K>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B para *M. arvensis*, N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu para *M. x gracilis* e N>Ca>K>P>Mg>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu para *M. x piperita* var. *citrata*. Os resultados obtidos para esta última espécie foram semelhantes aos encontrados por RODRIGUES et al. (2004), referindo-se que plantas de *M. x piperita* absorvem mais fósforo que magnésio no período de florescimento. No presente estudo, *M. x piperita* var. *citrata* absorveu mais fósforo, porém não floresceu durante a condução do experimento. No entanto, as outras duas espécies acumularam mais magnésio que fósforo e floresceram. Esse desempenho diferenciado pode ser devido à ampla variabilidade genotípica que é encontrada no gênero *Mentha* (HARLEY & BRIGTHON, 1977).

Considerando a quantidade de nutrientes extraídos pela planta inteira (mg planta⁻¹), em espécies de *Mentha* (Tabela 2), verifica-se que os valores foram superiores para todos os nutrientes quando comparados aos encontrados por MAIA (1998a) e MAIA (1998b). Os valores de matéria seca total obtidos por esses autores foram, respectivamente, 32,10g e 89,44g. No presente trabalho, destaca-se o alto rendimento de matéria seca total de 98,43 a 142,66g planta⁻¹, indicando um ótimo crescimento das espécies no sistema NFT.

CONCLUSÃO

Nitrogênio, cálcio e potássio são os macronutrientes de maior concentração em todas as partes das plantas de *Mentha arvensis*, *Mentha x gracilis* e *Mentha x piperita* var. *citrata*; os micronutrientes são ferro, manganês e zinco. Ocorre maior acúmulo de macronutrientes nas folhas, seguidas

Tabela 2 - Produção de matéria seca (g planta⁻¹) e quantidade de nutrientes extraídos pelas folhas, hastes, raízes e planta inteira (PI) de *Mentha arvensis* L., *Mentha x gracilis* Sole e *Mentha x piperita* var. *citrata* (Ehrh.) Briq. em cultivo hidropônico - NFT, UFSM, Santa Maria, RS, 2004.

Partes da planta	Matéria seca	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<i>Mentha arvensis</i> L.												
Folhas	38,38b	1666,84a	200,34a	455,57b	785,00b	397,36a	221,71a	1,61a	1,11a	13,33b	7,80b	2,77a
Hastes	52,22a	739,78b	178,10b	870,85a	911,06a	281,28b	18,62b	1,09b	1,10a	7,87b	12,85a	2,84a
Raízes	7,83c	259,62c	61,18c	139,32c	115,31c	45,99c	15,87b	0,34c	0,92a	111,08a	1,56c	1,04b
PI	98,43	2666,24	439,62	1465,74	1811,37	724,63	256,20	3,04	3,13	132,28	22,21	6,65
CV(%)	9,63	9,22	5,18	2,37	6,82	9,17	11,67	18,60	15,15	16,60	13,40	5,30
DMS (5%)	5,32	205,42	19,00	29,00	103,17	55,50	24,98	0,47	0,39	18,34	2,48	0,29
<i>Mentha x gracilis</i> Sole												
Folhas	74,95a	3103,18a	449,70a	1195,70a	1010,33a	522,15a	412,22a	2,92a	1,84a	26,38b	9,99b	4,87a
Hastes	58,60a	860,83b	272,88b	1039,95b	976,28a	295,73b	26,56b	1,44b	0,86b	10,78c	15,96a	3,96b
Raízes	9,11b	339,74c	73,61c	140,08c	165,56b	57,76c	26,69b	0,38c	1,10b	119,13a	1,31c	1,26c
PI	142,66	4303,75	796,19	2375,73	2152,17	875,64	465,47	4,74	3,80	156,29	27,26	10,09
CV(%)	19,11	4,580	1,87	6,12	9,76	7,89	17,24	16,08	17,69	7,94	13,31	5,58
DMS (5%)	15,32	164,7	12,45	121,42	175,52	57,74	67,01	0,64	0,56	10,36	3,03	0,47
<i>Mentha x piperita</i> var. <i>citrata</i> (Ehrh.) Briq.												
Folhas	60,41a	2397,87a	371,52a	881,38b	881,18b	419,65a	452,87a	3,03a	1,05b	18,58b	10,14b	3,60b
Hastes	66,26a	961,43b	352,50a	1031,89a	1218,30a	322,02b	85,03b	1,85b	1,32ab	12,63b	23,57a	5,27a
Raízes	14,23b	539,60c	205,39b	172,99c	350,53c	105,59c	25,66c	0,47c	1,87a	224,82a	3,57b	2,21c
PI	140,90	3898,90	929,41	2086,26	2450,21	847,26	563,56	5,35	4,24	256,03	37,28	11,08
CV(%)	13,38	4,75	10,55	5,82	10,48	8,28	5,75	16,96	22,85	23,32	25,86	8,57
DMS (5%)	10,60	154,61	81,91	101,34	214,48	58,59	27,06	0,76	0,81	49,87	8,05	0,79

Médias não seguidas de mesma letra nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

pelas hastes e raízes. Para o cultivo das três espécies de *Mentha*, no sistema hidropônico NFT, a solução nutritiva elaborada garante elevada produção de fitomassa, sem que as plantas apresentem sintomas visuais de deficiência ou toxicidade de nutrientes.

REFERÊNCIAS

BACKES, F.A.A.L. et al. Reposição de nutrientes em solução nutritiva para o cultivo hidropônico de alface. **Ciência Rural**, v.34, p.1407-1414, 2004.

BLANK, A.F. et al. Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.195-198, 2006.

BORKERT, C.M. et al. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: ferro e manganês. In: FERREIRA, M.E. (Org.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq/ FAPESP/ POTAFOS, 2001. p.151-186.

BROWN, B. et al. The critical role of nutrient management in mint production. **Better Crops**, v.87, n.4, p.9-11, 2003.

FURLANI, A.M.C.; FURLANI, P.R. **Composição e pH de soluções nutritivas para estudos fisiológicos e seleção**

de plantas em condições nutricionais adversas. Campinas: Instituto Agronômico, 1988. 34p.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia - NFT**. Campinas: Instituto Agronômico, 1995. 18p. (Documentos IAC, 55).

FURLANI, P.R. et al. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52p. (Boletim Técnico, 180).

GUPTA, U.C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M.E. (Org.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: POTAFOS, 2001. p.13-42.

HARLEY, R.M.; BRIGHTON, C.A. Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.74, p.71-96, 1977.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.L. **The water culture methods for growing plants without soil**. Berkeley: University of California, 1950. 32p. (Circular, 347).

MAFFEIS, A.R. et al. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Florestalis**, n.57, p.87-98, 2000.

- MAIA, N.B. Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva. In: MING, L.C. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica**. Botucatu: UNESP, 1998a. p.81-95.
- MAIA, N.B. **Produção e qualidade do óleo essencial de duas espécies de menta cultivadas em soluções nutritivas**. Piracicaba. 1998b. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic, 1995. 888p.
- MARTINEZ, H.E.P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2004. 111p.
- MIYAZAWA, M. et al. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 1999. p.171–223.
- PAULUS, D. et al. Rendimento de biomassa e óleo essencial de menta japonesa (*Mentha arvensis* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.7, n.1, p.34-42, 2004.
- RODRIGUES, C.R. et al. Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.576-578, 2004.
- SANT SANGANERIA. Vibrant India. Opportunities for the flavor and fragrance industry. **Perfumer and flavorist**, v.30, p.24-34, 2005.
- SANTOS, O.S. (Ed.). **Hidroponia da alfafa**. Santa Maria: UFSM/Pró-Reitoria de Extensão, 2000. 160p.
- SCHMIDT, W. Iron solutions: acquisition strategies and signaling pathways in plants. **Trends in Plant Science**, v.8, n.4, 188-193, 2003.
- SRIVASTAVA, R.K. et al. Characteristics of menthol mint *Mentha arvensis* cultivated on industrial scale in the Indo-Gangetic plains. **Industrial Crops and Products**, v.15, p.189-198, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 144p. (Boletim Técnico, 5).