

Crescimento e composição mineral da menta em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada

Marta Simone M Freitas; Marco Antonio Martins; Almy Junior C de Carvalho

UENF/CCTA, 28013-603 Campos dos Goytacazes-RJ; Bolsistas CNPq; E-mail: msimone@uenf.br

RESUMO

Foram avaliados os efeitos de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) no crescimento e composição mineral de *Mentha arvensis* L., cultivada com diferentes doses de fósforo. O experimento foi realizado em casa de vegetação e o delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso, num fatorial 5x4, sendo cinco tratamentos microbiológicos (controle, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*) e quatro doses de P (0; 50; 100 e 200 mg kg⁻¹), com quatro repetições. As plantas foram colhidas na fase de floração, aos 65 dias após o plantio. Verificou-se que, na ausência de P, os fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita* apresentaram maiores percentagens de colonização micorrízica nas raízes e proporcionaram aumentos de 330 e 334% na matéria seca foliar, de 143 e 123% no conteúdo de N, de 224 e 124% no conteúdo de P e de 139 e 142% no conteúdo de K, respectivamente. Os FMA não influenciaram os conteúdos de Ca, Mg, S, Fe e Zn na matéria seca foliar. As doses de P entre 122 e 165 mg kg⁻¹ de solo proporcionaram as maiores produções de matéria seca. Nessas doses, o conteúdo de Mn foi menor quando as plantas foram inoculadas com *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum*. A dependência micorrízica da menta variou de acordo com a espécie de fungo e a dose de P utilizada, sendo maior com os fungos *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, na ausência de P.

Palavras-chave: *Mentha arvensis*, nutrição de plantas, micorriza, fósforo, planta medicinal e aromática.

ABSTRACT

Growth and mineral composition of mint in response to arbuscular mycorrhizal fungi inoculation and phosphorus fertilization

The effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) were evaluated on the growth and mineral composition of *Mentha arvensis* L., grown under different phosphorus levels. The experiment was carried out in a greenhouse, in a factorial scheme 5x4, with five microbiological treatments (control without AMF, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* and *Acaulospora scrobiculata*) and four P levels (0; 50; 100 and 200 mg kg⁻¹). A randomized block design was used, with four replications. The plants were harvested at flowering, 65 days after planting. When no phosphorus was added, *Gigaspora margarita* and *Glomus clarum* led to a higher percentage of mycorrhizal colonization in roots and increased 334 and 330% the dry matter production of shoots, 143 and 123% the N content, 224 and 124% the P content, 139 and 142% the K content, respectively. The AMF inoculation did not influence Ca, Mg, S, Fe and Zn contents. Dry matter production was higher under P doses from 122 to 165 mg kg⁻¹ of soil. In such doses, Mn content was lower when the plants were inoculated with *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* and *Glomus etunicatum*. The mycorrhizal dependence of the mint varied with microbiological treatments and P levels, being higher with *Glomus clarum* and *Gigaspora margarita*, under no phosphorus addition.

Keywords: *Mentha arvensis*, plant nutrition, mycorrhiza, phosphorus, aromatic and medicinal plants.

(Recebido para publicação em 18 de agosto de 2004; aceito em 1 de fevereiro de 2006)

A *Mentha arvensis* L. é uma planta herbácea, pertencente à família Labiatae, sendo conhecida também como menta, vique, menta japonesa e hortelã-vique. Essa espécie apresenta grande interesse econômico, pois seus óleos essenciais são fontes de mentol, empregado como flavorizante e aromatizante de alimentos, bebidas, perfumes, produtos de higiene bucal e preparações farmacêuticas, no tratamento de problemas respiratórios e gastrointestinais (Kumar *et al.*, 2002).

Um dos principais benefícios dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) à planta hospedeira está associado com a absorção de nutrientes. Expandindo a zona de absorção da raiz, pelo desenvolvimento de hifas que se

ramificam, esses fungos aumentam a área de superfície de contato com o solo, favorecendo a maior absorção de nutrientes como fósforo (Bressan *et al.*, 2001; Pfeffer *et al.*, 1999), zinco e cobre (Pfeffer *et al.*, 1999; Marschner & Dell, 1994), nitrogênio e potássio (Gupta *et al.*, 2002; Bressan *et al.*, 2001). Em condições controladas, Marschner & Dell (1994) verificaram que os fungos micorrízicos arbusculares podem ser responsáveis pela absorção de cerca de 80% do P, 25% do N e Zn e 10% do K. Com relação às exigências nutricionais da menta, são escassos os resultados de pesquisas. Maia (1998), trabalhando em solução nutritiva, relatou que deficiências de N e P reduziram drasticamente a produção de material

fresco da menta e afetaram a composição do óleo essencial.

O teor de fósforo no solo mais apropriado para a resposta a micorriza é variável entre as espécies e genótipos, havendo diferenças mesmo em plantas próximas geneticamente (Clement & Habte, 1995). Maior colonização geralmente é seguida por estímulo no crescimento da planta, na maioria das vezes atribuído ao aumento da absorção de P, em solos com baixa disponibilidade desse elemento (Smith & Read, 1997).

As plantas apresentam graus variáveis de dependência micorrízica. Trindade *et al.*, (2001) verificaram que o mamoeiro apresenta alto grau de dependência micorrízica, que pode variar de acordo com o genótipo. Plantas pronta-

mente colonizadas por fungos micorrízicos arbusculares podem ser menos dependentes dos fertilizantes fosfatados. Na Índia, estudos com *Mentha arvensis* inoculada com *Glomus fasciculatum* indicam aumentos na produtividade com redução na utilização de fertilizantes (Gupta et al., 2002).

Alguns trabalhos têm avaliado a ocorrência dos FMAs em plantas medicinais (Albuquerque & Costa, 2000; Faria et al., 2000; Matsuoka et al., 2000). São raros aqueles que mostram o efeito de espécies de FMAs no estabelecimento da simbiose.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes espécies de FMAs e de doses de P sobre o crescimento e a composição mineral da *Mentha arvensis* L.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação UENF, em Campos dos Goytacazes (RJ), de 18/03 a 22/05/2002.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em arranjo fatorial 5x4, sendo cinco tratamentos microbiológicos (*Glomus clarum* Nicolson & Schenck, *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann, *Gigaspora margarita* Becker & Hall, *Acaulospora scrobiculata* Trappe e controle) e quatro doses de P (0; 50; 100 e 200 mg kg⁻¹ de solo), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por um vaso contendo três kg de solo e duas plantas.

Utilizou-se um Latossolo Amarelo distrófico, sendo as amostras coletadas até 20 cm de profundidade e apresentando 560; 60 e 380 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. O material de solo coletado foi peneirado e, posteriormente, esterilizado em autoclave por duas vezes, a 121°C por 1 h, com a finalidade de eliminação dos FMAs nativos. Após a autoclavagem o substrato apresentou as seguintes características químicas: pH em água = 5,2; matéria orgânica = 18,8 g dm⁻³; P = 6 mg dm⁻³; S = 29,8 mg dm⁻³; K⁺ = 64 mg dm⁻³; Ca⁺² = 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 1 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ = 0,2 cmol_c dm⁻³; H+Al = 3,5 cmol_c dm⁻³; SB = 2,8 cmol_c dm⁻³; T = 6,3 cmol_c dm⁻³; Fe = 65 mg dm⁻³; Cu = 0,2 mg dm⁻³;

Zn = 1,7 mg dm⁻³; Mn = 11,2 mg dm⁻³ e B = 0,58 mg dm⁻³.

As doses de fertilizantes empregadas foram: 20 mg de nitrogênio por kg de solo, na forma de NH₄NO₃, para todos os tratamentos, aplicados em duas vezes, sendo uma dose no plantio e outra 30 dias após; 50; 100 e 200 mg de fósforo por kg de solo, aplicados via solução, na forma de KH₂PO₄ e NaH₂PO₄, para os tratamentos com P, respectivamente; 127 mg de potássio por kg de solo, na forma de K₂SO₄ e KH₂PO₄ e 4 cmol_c de cálcio por kg de solo, utilizando como fonte CaCO₃, para todos os tratamentos. Os fertilizantes com Ca, P e K foram aplicados no solo e homogeneizados. A seguir, o solo foi umedecido até a capacidade de campo, permanecendo incubado por 45 dias. Após esse período foram realizadas extrações de P (Mehlich-1), obtendo-se 6; 27; 53 e 121 mg kg⁻¹ de P, respectivamente, em relação às doses de 0; 50; 100 e 200 mg kg⁻¹.

O substrato utilizado na multiplicação do inóculo foi uma mistura de solo e areia na proporção volumétrica de 1:2, a qual foi esterilizada em autoclave, na temperatura de 121°C por 1 h, por duas vezes. Ao substrato, colocado em vasos com capacidade de três kg, foram adicionados 50 g de inóculo inicial constituído por uma mistura de solo contendo esporos, hifas e raízes colonizadas com os fungos *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*. O inóculo inicial dos fungos foi obtido na UENF. A seguir, 15 sementes de *Brachiaria brizantha* foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 0,5%, durante 10 minutos, lavadas com água desionizada e semeadas em cada vaso. Quatro meses após a semeadura a parte aérea foi cortada e, 30 dias após o corte, a mistura de solo contendo 20; 23; 17 e 18 esporos por g de solo das espécies *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*, respectivamente, foi utilizada como inóculo, formada por hifas e raízes finas.

Estacas herbáceas de menta com aproximadamente 10 cm de comprimento, com dois nós e dois pares de folhas, foram coletadas no horto de plantas me-

dicinais no município de Vargem Alta, ES. O material propagativo foi plantado, enterrando um dos nós em areia acondicionada em bandejas de poliestireno de 72 células com capacidade para 0,1 L de substrato por célula. As bandejas foram colocadas em casa de vegetação, com nebulização de duas em duas horas, por um período de 20 dias, até o enraizamento das estacas, sendo que ao final desse período foram selecionadas 160 estacas com uniformidade no crescimento. A seguir, foram transplantadas duas estacas por vaso e adicionados 50 g do inóculo das espécies *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*, *Gigaspora margarita* e *Acaulospora scrobiculata*, deixando-se o tratamento controle sem inoculação. Além da inoculação, cada vaso recebeu 10 ml de uma suspensão de solo obtida a partir de 50 g de solo de cada isolado utilizado. A suspensão foi peneirada e filtrada em papel de filtro para a eliminação de propágulos de FMA com o objetivo de equilibrar a microbiota entre os solos. O tratamento controle recebeu apenas a solução de 10 ml da suspensão de solo. Os inóculos foram colocados em contato com as raízes e as plantas irrigadas diariamente, utilizando-se água desionizada, de modo a manter o solo úmido durante o período experimental.

As plantas foram coletadas aos 65 dias após o transplantio nos vasos, período em que as mesmas estavam iniciando a fase de floração. Foram determinados o peso seco da parte aérea, a porcentagem de colonização radicular, a porcentagem de dependência micorrízica e os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn e Mn. Os teores de N foram determinados pelo método de Nessler (Jackson, 1965); o P, por colorimetria; o K, por fotometria de chama; Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, por espectrofotometria de absorção atômica e o S, por turbidimetria com cloreto de bário (Malavolta et al., 1997).

Para determinar a porcentagem de colonização micorrízica foi utilizando o método da interseção em placas de Petri quadriculadas (Giovannetti & Mosse, 1980), após coloração das raízes em azul de metileno (Grace & Stribley, 1991). A dependência micorrízica foi calculada pelo quociente entre o aumen-

to de produção de matéria seca da parte aérea das plantas micorrizadas em relação às plantas não micorrizadas e a matéria seca da parte aérea das plantas não micorrizadas, com o resultado expresso em porcentagem (Bethlenfalvay *et al.*, 1982). O valor encontrado indica se houve aumento ou redução da produção da matéria seca quando da inoculação da planta com FMAs, representado por valor positivo no caso de aumento ou valor negativo no caso de diminuição, quando comparado ao controle.

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SANEST (Zonta *et al.*, 1984). Para os dados quantitativos utilizou-se a análise de regressão polinomial, teste F da análise da variância da regressão e coeficiente do modelo estatisticamente significativo e maior R^2 . Para os dados qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado efeito das interações entre as espécies de fungos e doses de P na produção de matéria seca da parte aérea (Figura 1) e porcentagem de colonização micorrízica (Figura 2). Na ausência da adubação fosfatada, a produção de matéria seca na parte aérea da menta nos tratamentos inoculados com *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum* e *Acaulospora scrobiculata* foi, respectivamente, 334; 330; 174 e 82% superior à produção obtida no tratamento sem inoculação.

Quando não se utilizou adubação fosfatada, as maiores porcentagens de colonização micorrízica foram de 69 e 81%, observadas nos tratamentos com *G. clarum* e *G. margarita*, respectivamente (Figura 2), as quais proporcionaram as maiores produções de matéria seca (Figura 1). Segundo Smith e Read (1997), em solos com baixa disponibilidade de P a maior colonização micorrízica geralmente é seguida por estímulos no crescimento da planta. As diferenças observadas na produção de matéria seca da menta, entre os tratamentos microbiológicos, podem, segundo Sieverding (1991), ocorrer porque os fungos micorrízicos arbusculares apresentam preferência na colonização por

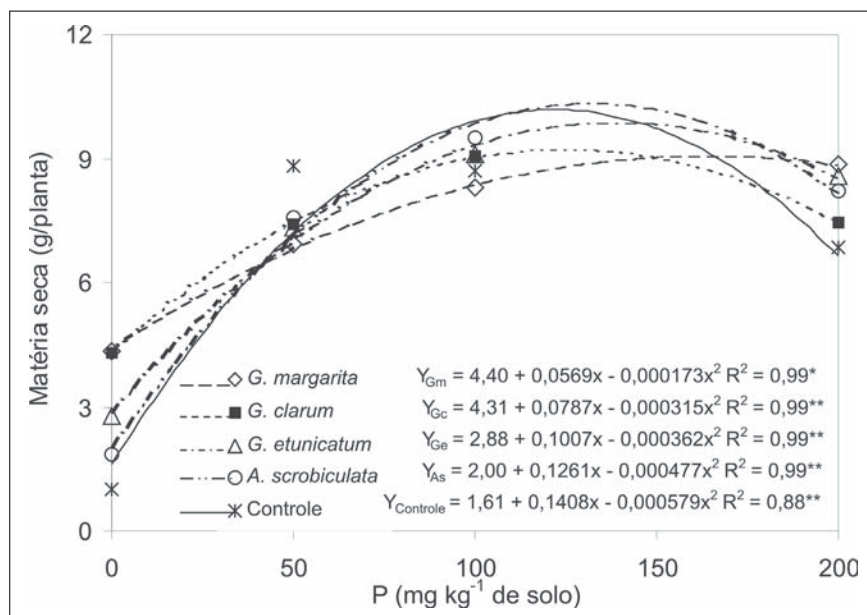


Figura 1. Massa de matéria seca da parte aérea de plantas de *Mentha arvensis* em função de doses de P e de fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

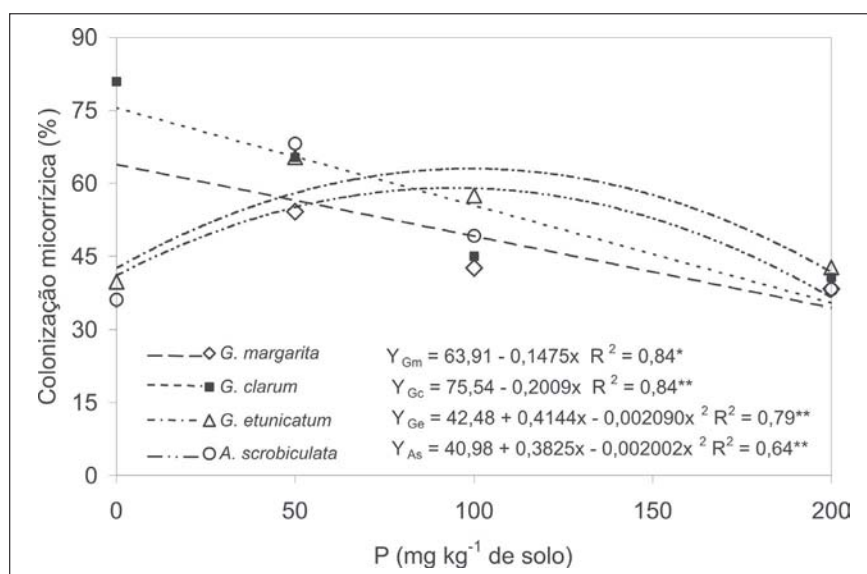


Figura 2. Colonização micorrízica em raízes de *Mentha arvensis* L. em função de doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

determinado hospedeiro, sendo a eficiência simbiótica influenciada pelos genótipos da planta e do fungo, assim como pelas condições ambientais.

Verificou-se, tanto nas plantas inoculadas quanto nas não inoculadas, regressão quadrática para a produção de matéria seca (Figura 1). As maiores produções foram estimadas em 9,08; 9,22; 9,88; 10,33 e 10,17 g planta⁻¹, obtidas com doses de P estimadas em 164; 125; 139; 132 e 122 mg kg⁻¹ de solo, para os

tratamentos *G. margarita*, *G. clarum*, *G. etunicatum*, *A. scrobiculata* e controle, respectivamente.

Para a colonização micorrízica (Figura 2), observou-se regressão linear decrescente com o aumento da dose de P, para *G. clarum* e *G. margarita* e regressão quadrática, com ponto de máximo nas doses de P estimadas em 99,1 e 95,5 mg kg⁻¹ de solo, para os fungos *G. etunicatum* e *A. scrobiculata*. Os resultados obtidos com as espécies *G.*

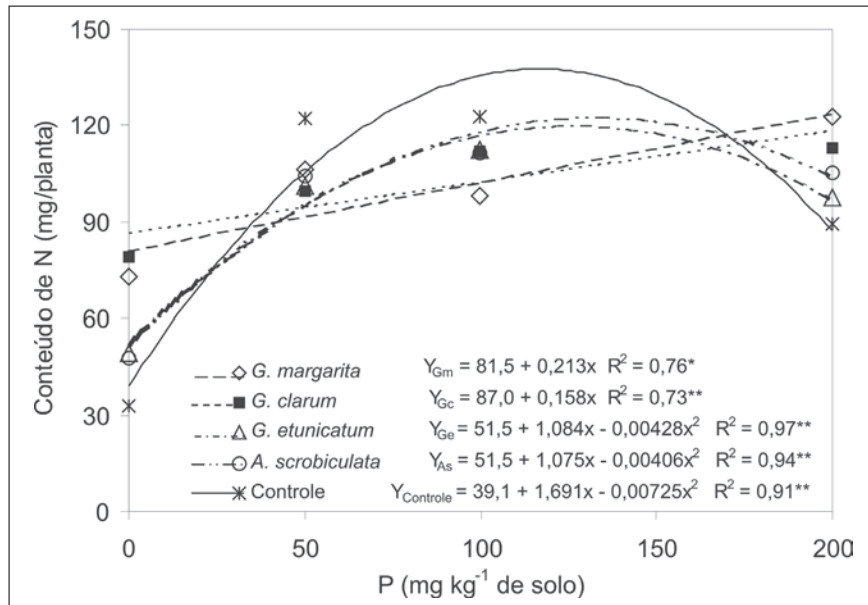


Figura 3. Conteúdo de N na parte aérea de *Mentha arvensis* L. em função de doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

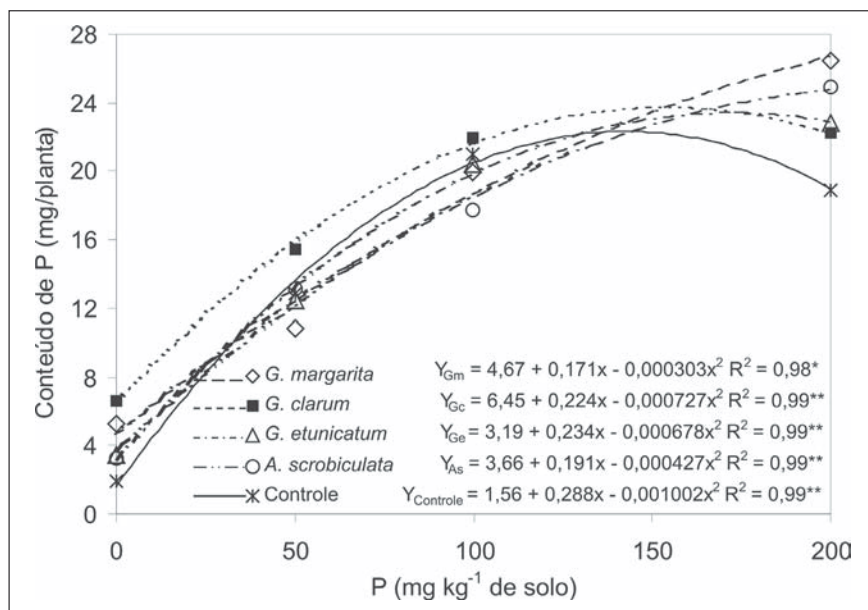


Figura 4. Conteúdo de P na parte aérea de *Mentha arvensis* L. em função de doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

clarum e *G. margarita* foram semelhantes aos encontrados por Nogueira & Cardoso (2000) e Costa et al. (2001). Ressalta-se que no tratamento controle o valor encontrado para colonização micorrízica foi igual a zero. Segundo Moreira & Siqueira (2002), o decréscimo da colonização micorrízica com o aumento das doses de P pode ser explicado pela atividade de fosfatases na raízes, a qual é baixa. Em consequência

as lecitinas presentes nestas raízes ficam livres e ligam-se a carboidratos do fungo micorrízico, inibindo o seu crescimento. Por outro lado, a biossíntese de fosfolípidos é aumentada e, como consequência, a permeabilidade celular, a exsudação radicular de açúcares e aminoácidos, a infecção e a colonização radicular são diminuídas. Doses mais elevadas de P aumentam a fotossíntese e a disponibilidade de assi-

milados para as raízes inibindo os propágulos do fungo micorrízico.

Os conteúdos de N (Figura 3), de P (Figura 4) e de K (Figura 5, na parte aérea da planta foram influenciados pelos tratamentos microbiológicos e pelas doses de P. Quando não se utilizou adubação fosfatada, as plantas inoculadas com FMAs, apresentaram conteúdos de N, P e K superiores ao tratamento controle, com incremento de 143; 123; 52 e 47% para o N; de 244; 174; 81 e 71% para o P e de 139; 142; 124 e 29% para o K, para as espécies *G. clarum*, *G. margarita*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata*, respectivamente, em relação ao tratamento controle.

Com exceção do conteúdo de N em plantas inoculadas com *G. margarita* e *G. clarum*, que aumentaram com as doses de P, todos os outros tratamentos microbiológicos provocaram efeitos quadráticos nos conteúdos de N, P e K, com o aumento nas doses de P (Figuras 3, 4 e 5). Verificou-se que os resultados obtidos para conteúdos desses nutrientes foram semelhantes àqueles observados para a produção de matéria seca. É provável que o aumento na absorção de N e K pelas plantas esteja relacionado ao aumento na disponibilidade de P, mesmo em plantas micorrizadas e na ausência da adubação fosfatada. Segundo Siqueira et al. (2002), os efeitos nutricionais provocados por fungos micorrízicos dependem da disponibilidade relativa dos elementos no meio de crescimento e das exigências da planta.

Resultados semelhantes foram observados por Samarão & Martins (1999) em mudas de goiabeiras com 90 dias de idade, micorrizadas com *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. Os resultados desses autores mostram que o conteúdo de P na parte aérea variou de 0,04 mg vaso⁻¹, no tratamento controle, para 4,51 e 7,03 mg vaso⁻¹ em mudas inoculadas com *G. clarum* e *G. margarita*, respectivamente. Para o conteúdo de K, o aumento foi de 1,77 mg vaso⁻¹, no tratamento controle, para 71 e 96 mg vaso⁻¹, respectivamente. Martins et al. (2000) obtiveram aumentos significativos de 1.289% no conteúdo de P da parte área do mamoeiro, quando inoculados com *Glomus clarum*, na ausência de adubação fosfatada.

Os conteúdos de Ca, Mg e S foram influenciados pela aplicação de P, não tendo sido afetados pelos tratamentos microbiológicos. Os conteúdos de Ca, Mg e S, em função das doses de P, seguiram modelos quadráticos, sendo representados pelas seguintes equações: $Ca = 83,9 + 1,756x - 0,00648x^2$, $R^2 = 0,97^{**}$, $Mg = 18,15 + 0,655x - 0,0024x^2$, $R^2 = 0,98^{**}$ e $S = 11,02 + 0,38x - 0,00128x^2$, $R^2 = 0,98^{**}$. Melloni *et al.* (2000), trabalhando com plantas de *Citrus limonia* verificaram que o aumento da adubação fosfatada provocou elevação nos conteúdos de Ca, Mg e S de plantas micorrizadas com *G. etunicatum*.

O conteúdo de Mn na parte aérea da planta foi influenciado pelos tratamentos microbiológicos e doses de P (Figura 6). Nas doses de P que proporcionaram as maiores produções de matéria seca, o conteúdo de Mn foi menor quando as plantas foram inoculadas com *G. clarum*, *G. margarita* e *G. etunicatum*. As plantas inoculadas com *G. margarita* apresentaram aproximadamente 50% menos Mn que o tratamento controle, na ausência de adubação com P. Ressalta-se que nessa condição, as plantas inoculadas com *G. margarita* e *G. clarum* foram as que produziram maiores quantidades de matéria seca (Figura 1). No caso dos fungos *G. clarum*, *G. etunicatum* e *A. scrobiculata*, as concentrações de Mn, na ausência de adubação fosfatada, não diferiram dos resultados obtidos no tratamento controle. Segundo Nogueira & Cardoso (2003), plantas micorrizadas podem apresentar atenuação da toxidez causada pelo excesso de Mn. Cardoso *et al.* (2003), trabalhando com soja cultivada sob excesso de Mn e micorrizadas, concluíram que o efeito dos fungos na absorção de Mn depende da espécie fúngica e que a associação micorrizica eficiente diminui o teor de Mn na parte aérea da soja cultivada sob excesso deste nutriente.

Os conteúdos de Fe e Zn foram influenciados pela aplicação de P, não sendo afetados pelos tratamentos microbiológicos. Em função das doses de P, tanto o conteúdo de Fe ($Fe = 0,75 + 0,024x - 0,000088x^2$, $R^2 = 0,99^{**}$) quanto o conteúdo de Zn ($Zn = 0,207 + 0,0032x - 0,0000119x^2$, $R^2 = 0,90^{**}$) apresenta-

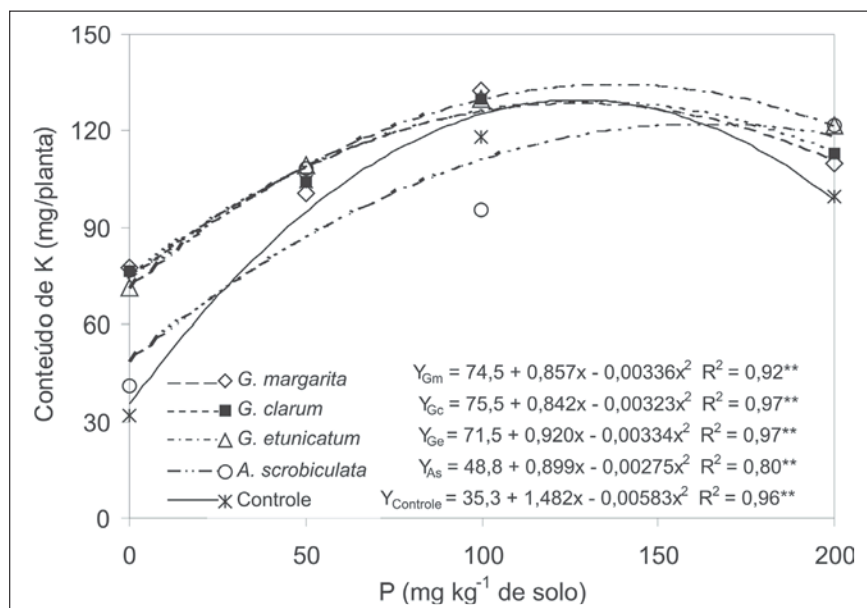


Figura 5. Conteúdo de K na parte aérea de *Mentha arvensis* L. em função de doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

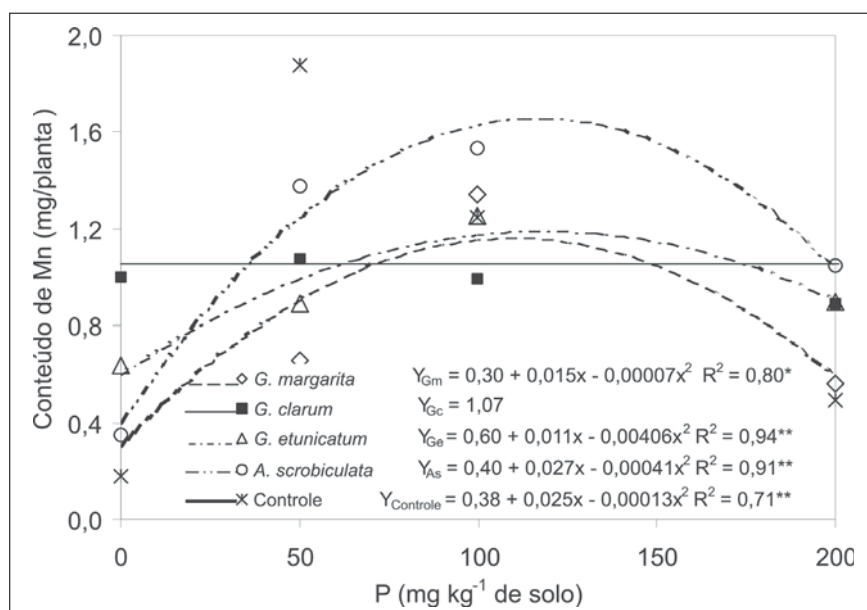


Figura 6. Conteúdo de Mn na parte aérea de *Mentha arvensis* L. em função de doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

Tabela 1. Dependência micorrizica da *Mentha arvensis*, para os diferentes FMAs e doses de fósforo. Campos dos Goytacazes, UENF, 2002.

Doses de P mg kg ⁻¹	Controle	G. clarum	G. margarita	G. etunicatum		A. scrobiculata	
					%		%
0	0	333,00	333,00	175,00		82,58	
50	0	-16,00	-21,57	-17,27		-14,21	
100	0	4,19	-4,83	4,71		9,37	
200	0	8,92	29,7	25,45		20,26	

ram resposta quadrática. Melloni *et al.* (2000) verificaram que o aumento da

adubação fosfatada provocou elevação nos conteúdos de Fe e Zn em plantas de

Citrus limonia inoculadas com *G. etunicatum*.

Os valores mais elevados de dependência micorrízica da menta foram observados quando as plantas foram inoculadas com *G. clarum* e *G. margarita* e cultivadas na ausência de P (Tabela 1). Verificou-se, ainda, que os valores mais baixos de dependência micorrízica foram observados nos tratamentos com 50 mg de P por kg de solo e que os valores de dependência aumentaram nas doses de 100 e 200 mg de P por kg de solo. Segundo Melloni *et al.* (2000), este fato pode estar relacionado com o comprimento de micélio extra-radicular, o qual consumiria maior quantidade de fotoassimilados e levaria a um menor incremento de matéria seca do hospedeiro, quando comparado com o tratamento controle.

Conclui-se que, na ausência da adubação fosfatada, a inoculação com *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* promove maiores incrementos na produção de matéria seca da menta e nos conteúdos de N, P e K. As doses de P afetam os conteúdos de Ca, Mg, S, Fe e Zn, sendo que as doses que proporcionam as maiores produções de matéria seca reduzem o conteúdo de Mn de forma mais intensa quando as plantas são inoculadas com *G. clarum*, *G. margarita* e *G. etunicatum*.

AGRADECIMENTO

A Rozeli Coelho Silva, da Assessoria Técnica em Projetos de Fitoterapia, Secretaria Municipal de Saúde e Horto de Plantas Mediciniais de Vargem Alta (ES), pelo exemplo de dedicação no estudo das plantas medicinais e cedência das mudas de *Mentha arvensis* L.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE PP; COSTA SMG. 2000. Fungos micorrízicos arbusculares em *Ageratum conyzoides* L. e *Plantago major* L. *Anais do FertBio 2000*, Santa Maria-RS: UFSM/SBCS/SBM, 3 p.

- BETHLENFALVAY GJ; BROWN MS; PACOVSKY RS. 1982. Relationships between host endophyte development in mycorrhizal soybean. *New Phytologist*, 90: 537-542.
- BRESSAN W; SIQUEIRA JO; VASCONCELLOS CA; PURCINO AAC. 2001. Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 250-260.
- CARDOSO EJBN; NAVARRO RB; NOGUEIRA MA. 2003. Absorção e translocação de manganês por plantas de soja micorrizadas, sob doses crescentes deste nutriente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 415-423.
- COSTA CMC; MAIA LCE; CAVALVANTE UMT; NOGUEIRA RJC. 2001. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 893-901.
- CLEMENT CR; HABTE M. 1995. Genotypic variation in vesicular-arbuscular mycorrhizal dependence of the peijibaye palm. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1907-1916.
- FARIA AYK; MATSUOKA M; OLIVEIRA EAS; LOUREIRO MF. 2000. Fungos micorrízicos arbusculares em sucupira-preta: efeito de substratos sobre a colonização. *Horticultura Brasileira*, 18: 913-914.
- GIOVANNETTI M; MOSSE B. 1980. An evaluation of techniques for measuring VA mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist*, 84: 489-500.
- GRACE C; STRIBLEY P. 1991. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, 95: 1160-1162.
- GUPTA ML; PRASAD A; RAM M; KUMAR S. 2002. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology*, 81: 77-79.
- JACKSON ML. 1965. *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498 p.
- KUMAR SJR; BAHL RP; BANSALAK; GUPTA V; SINGH SS. 2002. High economic returns from companion and relay cropping of bread wheat and menthol mint in the winter-summer season in north Indian plains. *Industrial Crops and Products*, 15: 103-114.
- MAIA NB. 1998. Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva. In: Ming LC, coord. *Plantas medicinais aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica*. Botucatu, 2: 81-95.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed., Piracicaba: POTAFOS, 319 p.
- MARSCHNER H; DELL B. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 159: 89-102.
- MARTINS MA; GONÇALVES GF; SOARES ACF. 2000. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares associados a compostos fenólicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35: 1465-1471.
- MATSUOKA M; FARIA AYK; OLIVEIRA EAS; LOUREIRO MF. 2000. Fungos micorrízicos arbusculares em paratudo: efeito de substratos sobre a colonização. *Horticultura Brasileira*, 18: 914-915.
- MELLONI R; NOGUEIRA MA; FREIRA VF; CARDOSO EJBN. 2000. Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L.) Osbeck]. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 767-775.
- MOREIRA FMS; SIQUEIRA JO. 2002. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 625 p.
- NOGUEIRA MA; CARDOSO EJBN. 2000. Produção de micélio externo por fungos micorrízicos arbusculares e crescimento de soja em função de doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 329-338.
- NOGUEIRA MA; CARDOSO EJBN. 2003. Eficiência micorrízica e toxidez de manganês em soja em função do tipo de solo e da espécie do endófito. *Scientia Agricola*, 60: 329-335.
- PFEFFER PE; DOUDS JUNIOR, DD; BÉCARD G; SHACHAR-HILL Y. 1999. Carbon uptake and the metabolism and transport of lipids in an arbuscular mycorrhiza. *Plant Physiology*, 120: 587-598.
- SAMARÃO SS; MARTINS MA. 1999. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associados à aplicação de rutina, no crescimento de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 3: 196-199.
- SIEVERDING E. 1991. *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems*. Eschborn: Bremer, 371 p.
- SIQUEIRA JO; LAMBAIS MR; STÜRMER SL. 2002. Fungos micorrízicos arbusculares: características, simbiose e aplicação na agricultura. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, 25: 12-21.
- SMITH SE; READ DJ. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. California: Academic Press, 605 p.
- TRINDADE AV; SIQUEIRA JO; ALMEIDA FP. 2001. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36: 1485-1494.
- ZONTA EP; MACHADO AA; SILVEIRA JUNIOR P. 1984. *Sistema de análises estatísticas para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 151 p.