

CRESCIMENTO DE *Ruta graveolens* L. INOCULADA COM MICORRIZAS SOB DOSES DE FÓSFORO

Rayane Monique Sete da Cruz¹
 Bianca de Almeida Marchi¹
 Bruna Caroline de Souza¹
 Jean Silva de Souza¹
 Sonivaldo Ruzzene Beltrame^{1,2}
 Odair Alberton³

CRUZ, R. M. S. da; MARCHI, B. de A.; SOUZA, B. C. de; SOUZA, J. S. de; BELTRAME, S. R.; ALBERTON, O. Crescimento de *Ruta graveolens* L. inoculada com micorrizas sob doses de fósforo. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 20, n. 1, p. 23-27, jan./mar. 2017.

RESUMO: Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são micro-organismos que fazem simbiose com raízes da maioria das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos FMAs *Rhizophagus clarus* e *Claroideoglossum etunicatum* em substrato sob baixa e ou alta dose de fósforo (P), na produção de biomassa e na acumulação de P na arruda (*Ruta graveolens* L.). O experimento foi conduzido no laboratório de botânica da Universidade Paranaense - UNIPAR, município de Umuarama - PR. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em fatorial 3x2, sendo os fatores: FMAs (sem FMA, com *R. clarus* e ou com *C. etunicatum*); duas doses de P (20 e 200 mg kg⁻¹) com 8 repetições por tratamento, num total de 48 unidades experimentais (vasos de 3 L). Avaliou-se a produção de massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e o acúmulo de P na parte aérea da planta (PPA). A produção de MSR, MSPA e MST pela planta não foram significativamente afetadas apenas pela adição de P ao substrato, porém sim, pela inoculação com o FMA *C. etunicatum*, sob baixo e ou alto P. O acúmulo de P na parte aérea da planta foi aumentado significativamente no tratamento sem a inoculação com FMAs. Conclui-se que a inoculação com *C. etunicatum* é indicada para aumentar a produtividade da arruda.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura ecológica. Plantas condimentares e medicinais. Simbiose.

GROWTH OF *Ruta graveolens* L. INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI UNDER LEVELS OF PHOSPHORUS

ABSTRACT: Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are microorganisms that present symbiosis with the roots of most plants. The purpose of this work was to evaluate the influence of AMF *Rhizophagus clarus* and *Claroideoglossum etunicatum* on low and high doses of phosphorus (P) on plant biomass and P accumulation in rue (*Ruta graveolens* L.). The experiment was performed in the botanical laboratory at Universidade Paranaense – UNIPAR in the city of Umuarama, in the state of Paraná, Brazil. It used a completely randomized 3x2 experimental design, being: AMFs (without AMF, with *R. clarus* and/or with *C. etunicatum*); two levels of P (20 and 200 mg kg⁻¹) with 8 repetitions per treatment, totaling 48 experimental units (3 L pots). Root dry matter (RDM), shoot dry matter (SDM), total dry matter (TDM) and P accumulation in the aerial part of the plant were evaluated. The production of RDM, SDM and TDM by the plant was not significantly affected by the addition of P to the substrate, but by the inoculation with AMF *C. etunicatum* under low and/or high P. The accumulation of P in the aerial part of the plant significantly increased in the treatment without AMF inoculation. It was concluded that inoculation with *C. etunicatum* is indicated to increase the productivity of rue.

KEYWORDS: Eco-friendly agriculture. Spices and medicinal plants. Symbiosis.

CRECIMIENTO DEL *Ruta graveolens* L. INOCULADA CON MICORRIZAS BAJO DOSIS DE FÓSFORO

RESUMEN: Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) son microorganismos que forman simbiosis con las raíces de la mayoría de las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia del HMA *Rhizophagus clarus* y *Claroideoglossum etunicatum* en substrato so baja y/o alta dosis de fósforo (P), en la producción de biomasa y en la acumulación de P en la ruda (*Ruta graveolens* L.). El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de botánica de la Universidad Paranaense - Unipar, municipio de Umuarama - PR. El diseño experimental fue completamente al azar, en un 3x2 factorial, con los factores: HMA (Sin HMA, con *R. clarus* y *C. etunicatum*); dos dosis de P (20 y 200 mg kg⁻¹) con 8 repeticiones por tratamiento de un total de 48 unidades experimentales (vasos de 3 L). Se evaluó la producción de materia seca de las raíces (MSR), materia seca de la parte aérea (MSPA), materia seca total (MST) y la acumulación de P en la parte aérea de la planta (PPA). La producción de MSR, MSPA y MST por la planta no se vieron afectados significativamente sólo mediante la adición de P al sustrato, sino por

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqvet.v20i1.2017.6316>

¹Discentes da Universidade Paranaense - UNIPAR, Umuarama - PR.

²Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul - IFMS, Dourados - MS.

³Docente do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da UNIPAR. Umuarama - PR. E-mail: odair@prof.unipar.br

inoculação com HMA *C. etunicatum* so baixo y/o alto P. El acúmulo de P en parte aérea de la planta se incrementó significativamente en el tratamiento sin inoculación con HMA. Se concluye que la inoculación con *C. etunicatum* está indicada para aumentar la productividad de la ruda.

PALABRAS CLAVE: Agricultura ecológica. Plantas culinarias y medicinales. Simbiosis.

Introdução

A espécie *Ruta graveolens* L é uma planta de origem francesa, pertencente à família das Rutaceas, conhecida popularmente como arruda, pode apresentar diversas atividades, entres elas: analgésica, anti-hemorrágica, anti-inflamatória, calmante, estimulante, repelente, vermícida, entre outras. Por conta de suas propriedades medicinais, muitos estudos envolvendo esta espécie vêm sendo conduzidos nos últimos anos (MEJRI et al., 2010; KHALID, 2014; ORLANDA; NASCIMENTO, 2015).

A arruda tem sido largamente utilizada como recurso medicinal, o que provocou a implementação de diversas técnicas de cultivo, como a introdução de populações de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) para um aumento de produtividade, onde a efetividade micorrízica é geralmente estudada em termos de crescimento e absorção de nutrientes, em relação à planta não micorrizada, com variações de acordo com a espécie hospedeira e o FMA utilizado. Plantas micorrizadas podem aumentar a absorção de fósforo (P), melhorando o desenvolvimento das mesmas, aumentando a resistência aos estresses bióticos e abióticos e produzindo a maior quantidade possível de fitomassa ou de substâncias com atividade medicinal e ou aromática inerente a cada espécie, sem a necessidade de suplementação de insumos agrícolas e agroquímicos (RUSSOMANNO et al., 2010; MALIK et al., 2012; LERMEN et al., 2015; URCOVICHE et al., 2015).

A partir da colonização do ambiente terrestre, as plantas desenvolveram estratégias para enfrentar estresses bióticos e abióticos em consequência do ciclo de vida sedentário que possuem. As micorrizas podem ser consideradas uma das mais bem sucedidas estratégias de bioproteção, tanto para a planta quanto para o próprio fungo (GIANINAZZI-PEARSON, 1996; PARKASH et al., 2011).

O P é o macronutriente primário do solo com uma das menores taxas de absorção, se comparado com os demais. Sua ação no metabolismo da planta o torna indispensável para o crescimento e produção vegetal, interferindo nos processos de fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, divisão celular e crescimento das células. Contribui ainda para o crescimento prematuro das raízes, qualidade de frutas, verduras, grãos e formação das sementes (TAIZ; ZEIGER, 2013). Por interferir em processos vitais para as plantas, é essencial que se faça seu suprimento de maneira adequada desde a germinação, principalmente em plantas de ciclo curto (MARSCHNER, 2012).

Nas regiões tropicais, que tradicionalmente apresentam solos com níveis baixos de P, as associações micorrízicas merecem mais atenção considerando o ponto de vista econômico, pois podem minimizar os gastos com insumos, tais como fertilizantes minerais, irrigação e pesticidas (SIEVERDING, 2006), já que a simbiose micorrízica constitui um mecanismo adaptativo que permite maximizar a aquisição de P de uma forma que dispense menos energia que a própria produção de raízes (CLARK et al., 2000).

Diante desse contexto, este trabalho teve como ob-

jetivo estudar a influência da inoculação dos FMAs *Rhizophagus clarus* e ou *Claroideoglomus etunicatum* no crescimento da arruda cultivada em diferentes doses de fósforo.

Material e Métodos

O experimento teve duração de 3 meses e foi realizado no laboratório de botânica da Universidade Paranaense - UNIPAR, Umuarama/PR, utilizando-se substrato preparado com areia e vermiculita (1:1, vol.: vol.), que foi colocado dentro de sacos plásticos preto e fumigado com 10 mL de clorofórmio (CHCl_3) Kg^{-1} de solo (ENDLEWEBER; SCHEU, 2006); após misturado o clorofórmio ao solo, os sacos foram hermeticamente fechados e deixados fumigando por 3 dias. Após esse período, foram abertos dentro de uma câmara de exaustão química e esperado uma semana para iniciar o experimento.

Foram montados 48 vasos de polietileno com 3 kg de substrato previamente fumigado.

Em cada vaso foram plantadas 10 sementes de arruda (Procedência - Feltrin sementes) e 200 esporos dos FMAs *Rhizophagus clarus* (syn. *Glomus clarum*) e ou *Claroideoglomus etunicatum* (syn. *Glomus etunicatum*) provenientes do banco de Glomales da UNIPAR nos tratamentos com inoculação (URCOVICHE et al., 2015). Nos tratamentos não inoculados (controles) foram adicionados 100 mL do filtrado do solo inóculo (100 g do solo inóculo L^{-1} de água deionizada estéril). Desse modo temos apenas o efeito dos FMAs adicionados.

Os tratamentos foram:

- Tratamento 1: preparado de substrato + 20 mg P Kg^{-1}
- Tratamento 2: preparado de substrato + 200 mg P Kg^{-1}
- Tratamento 3: preparado de substrato + *R. clarus* + 20 mg P Kg^{-1}
- Tratamento 4: preparado de substrato + *R. clarus* + 200 mg P Kg^{-1}
- Tratamento 5: preparado de substrato + *C. etunicatum* + 20 mg P Kg^{-1}
- Tratamento 6: preparado de substrato + *C. etunicatum* + 200 mg P Kg^{-1}

Todos os tratamentos foram irrigados a cada 2 dias com meia concentração de Hoagland e Arnon (1950) solução, exceto para o P adicionado já no início do experimento conforme Urcoviche et al. (2015)

No final do período experimental as plantas foram secas em estufa (65 °C), até atingirem massa constante, obtendo a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca das raízes (MSR) e massa seca total (MST) através da pesagem com balança digital.

Para a determinação do P do tecido vegetal, foram pesados 0,5 g das folhas secas em estufa (65 °C por 48 h) e moída em cadinhos. Em seguida, as amostras foram colocadas em mufla para incineração a 500 °C por 3,5 horas. Depois de esfriar, foram adicionados 10 mL de HCl 1 mol L^{-1} e posicionam-se os cadinhos em chapa aquecida sob exaustor, a 70 - 80 °C por 10 min, para a solubilização total dos

elementos. Na sequência, conforme Silva (2009), o P foi estimado por colorimetria com molibdato de amônio + ácido ascórbico em espectrofotômetro usando filtro vermelho e comprimento de onda de 660 nm.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 8 repetições em um em fatorial 3x2, sendo os fatores: FMAs (sem FMA, com *R. clarus* e ou com *C. etunicatum*); duas doses de P (20 e 200 mg kg⁻¹). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas por meio do teste de Duncan ($p \leq 0,05$) utilizando o programa estatístico SPSS versão 22.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Resultados e Discussão

A produção de massa seca das raízes (MSR) e de massa seca da parte aérea (MSPA) não foi afetada ($p \leq 0,05$)

pela adição de 20 ou de 200 mg kg⁻¹ de fósforo (P). Para 20 mg kg⁻¹ de P, a MSR e MSPA foi de 1,00 e 6,96 g vaso⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Para a adição de 10 (dez) vezes essa quantidade de P (200 mg kg⁻¹), a produção média de MSR foi de 1,26 g e a de MSPA foi de 7,30 g. Esses resultados são semelhantes aos obtidos no cultivo de *Mentha Piperita* L sob diferentes dosagens de fósforo (P), realizado também em casa de vegetação, onde verificou-se que a adição de 60, 120 ou 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não afetou estatisticamente a produção de MSR nem de MSPA da cultivar (SOUZA et al., 2013).

Parkash et al. (2011), estudaram a arruda inoculada com três espécies de FMAs e observaram significativo aumento na produção de biomassa da planta inoculada em relação ao controle não inoculado. Este resultado corrobora com os observados no presente estudo, no qual a MSPA e MST foram aumentadas significativamente na planta inoculada (Tabela 1).

Tabela 1: Produção de massa seca das raízes (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e teor de fósforo na parte aérea (P) de *Ruta graveolens* L. inoculada com micorrizas na presença de diferentes concentrações de fósforo (P).

Tratamento	MSR	MSPA	MST	P
	massa seca produzida (g vaso ⁻¹)			(mg g ⁻¹)
P adicionado (mg kg ⁻¹ de substrato)				
20P = 20	1,00±0,16 a	6,96±0,57 a	7,96±0,70 a	2,52±0,12 b
200P = 200	1,26±0,81 a	7,30±0,47 a	8,55±0,60 a	3,58±0,22 a
Valor de p	0,288	0,653	0,525	<0,001
FMA				
Controle sem micorriza (cont.)	0,52±0,03 b	4,24±0,22 c	4,76±0,22 c	3,41±0,41 a
Rhizophagus clarus (Rc)	0,84±0,07 b	7,87±0,44 b	8,71±0,49 b	2,81±0,13 a
Claroideoglomus etunicatum (Ce)	2,03±0,21 a	9,27±0,37 a	11,30±0,51 a	2,92±0,23 a
Valor de p	<0,001	<0,001	<0,001	0,290
P X FMA				
20P x cont.	0,61±0,04 c	4,06±0,14 c	4,67±0,14 d	2,43±0,19 c
200P x cont.	0,43±0,02 c	4,43±0,42 c	4,86±0,43 d	4,39±0,31 a
20P x Rc	0,72±0,09 c	7,08±0,65 b	7,80±0,74 c	2,57±0,29 bc
200P x Rc	0,96±0,08 c	8,66±0,48 a	9,62±0,50 b	3,27±0,28 bc
20P x Ce	1,67±0,36 b	9,74±0,67 a	11,41±1,01 a	2,55±0,17 bc
200P x Ce	2,38±0,16 a	8,80±0,30 a	11,18±0,27 ab	3,07±0,05 bc
Valor de p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

*valores de p da análise de variância (ANOVA). Médias (± erro padrão, n = 8). Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

O tratamento controle, sem inoculação de micorrizas, apresentou os menores resultados para a média da produção de biomassa pela planta, produzindo a 0,52 g vaso⁻¹ de MSR, 4,24 g vaso⁻¹ de MSPA e 4,76 g vaso⁻¹ de MST. A inoculação tanto com *C. etunicatum* como com *R. clarus* aumentou significativamente ($p \leq 0,001$) a produção de MSPA e MST de arruda. No entanto, os maiores valores foram obtidos com *C. etunicatum* e não com *R. clarus* (Tabela 1). Essa maior produção de biomassa das plantas inoculadas com primeiro FMA, em comparação com o segundo, pode ser explicada pela seletividade existente entre a planta hospedeira e determinadas espécies de FMAs. Essa eficiência se deve a características inerentes aos genótipos do fungo e da planta, e da interação destes, em simbiose, com o ambiente (SOARES

et al., 2012). Os resultados obtidos com a inoculação de *C. etunicatum* neste estudo corroboram com os resultados obtidos com a inoculação deste fungo no crescimento de mudas de *Medicago sativa* L. (CARNEIRO et al., 2009), de *Genipa americana* L. (SOARES et al., 2012) e de *Mimosa caesalpinifolia* B. (OLIVEIRA; ALIXANDRE, 2013), o que indica seu potencial como agente promotor do crescimento das plantas.

A adição de grande quantidade P no solo aumentou significativamente ($p \leq 0,01$) a concentração desse elemento na parte aérea da planta, que passou de 2,52 mg g⁻¹ quando adicionado 20 mg kg⁻¹ para 3,58 mg g⁻¹ quando adicionado 200 mg kg⁻¹ de P no solo (Tabela 1). A inoculação de FMAs não afetou significativamente a concentração de P na parte

aérea da planta, cujo maior valor foi 3,41 mg g⁻¹, obtido no grupo controle. Resultados similares foram obtidos no cultivo de alface em canteiros protegidos e não climatizados, com presença e ausência de fósforo, onde a adição de 400 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no solo resultou no aumento de mais de 80% da sua concentração na parte aérea da planta, em comparação com o grupo controle (QUADROS et al., 2011).

A adição de P associada à inoculação de FMAs aumentou ($p \leq 0,01$) a produção de MSR, MSPA e MST da planta. No entanto, os maiores valores foram obtidos em plantas inoculadas com *C. etunicatum*. Este fungo foi também o único que aumentou a MSR, o que ocorreu no nível mais elevado de P no solo (Tabela 1). Resultados opostos foram obtidos em estudo similar, realizado em casa de vegetação, onde o cultivo de sabiá com adição de 60, 120 e 240 mg de P dm⁻³ no solo inoculado com *C. etunicatum* resultou em um incremento de 564% na produção de massa seca total pela planta, na ausência de fertilização fosfatada (OLIVEIRA; ALIXANDRE, 2013). Isso pode ser explicado devido à diminuição da taxa de colonização pelo FMA na medida em que são elevados os níveis de P no solo pois, em níveis mais elevados de P, verificou-se a redução de 0,26% na taxa de colonização micorrízica para cada mg P dm⁻³ de solo aplicados (OLIVEIRA; ALIXANDRE, 2013). A diminuição da colonização micorrízica afeta negativamente a simbiose entre a planta e o FMA e, conseqüentemente, ocorre menor produção de biomassa pela planta (SMITH; READ, 2008).

Entretanto, em estudos sobre o cultivo de café inoculado com *G. clarum* em solo com adição de 40 µg g⁻¹ de P, verificou-se o aumento de 20% da produção de matéria seca na comparação com o grupo controle (MIRANDA, 2008). Resultado semelhante foi obtido também no cultivo de sorgo inoculado com *G. etunicatum* em solo adubado com 100 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, onde verificou-se 131 e 212%, respectivamente, de aumento da matéria seca produzida pela planta (MIRANDA, 2008). Os mecanismos que regulam a eficiência micorrízica no crescimento vegetal em solo com presença de P ainda não estão bem definidos, mas fatores como o aumento da lecitina nas raízes e a alteração da permeabilidade de suas membranas, reduzem a germinação e o crescimento do micélio, provocando a diminuição da colonização das mesmas.

Esses aspectos, aliados às especificidades inerentes à simbiose entre cada tipo de fungo, o solo e a planta, bem como a adição de P no solo, formam um conjunto de fatores que afetam o manejo dos FMAs, as condições de crescimento da planta, e ainda processos fisiológicos mais complexos, tais como a produção de exsudados que estimulam a taxa de colonização micorrízica, pela planta, em níveis mais baixos de P (NAGAHASHI; DOUDS, 2007).

Malik et al. (2012), estudaram a arruda inoculada com o FMA *Glomus* spp. na Índia, observaram aumento no acúmulo de biomassa de 33%. Resultado similar foi observado no presente estudo, confirmando a importância de se inocular a arruda com FMA, levando a uma maior produção desta planta e de forma barata e sustentável.

Conclusão

A inoculação de arruda com os FMAs *C. etunicatum* e *R. clarus* aumenta sua produção de biomassa, independente

da adição de P no solo. Inoculando o FMA *C. etunicatum* aumentou a produção de massa seca das raízes e da parte aérea da planta. Dessa forma, *C. etunicatum* é indicado para o aumento da produtividade de arruda.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Paranaense - UNIPAR pelo apoio à pesquisa. Sonivaldo Ruzzene Beltrame agrade ao IFMS pelo apoio à capacitação. Odair Alberton agradece a bolsa produtividade de pesquisa concebida pelo CNPq.

Referências

- CARNEIRO, R. F. V. et al. Crescimento vegetativo e aquisição de nutrientes pela alfafa em resposta à micorriza e doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, p. 267-273, 2009.
- CLARK, R.B.; ZETO, S. K. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 23, p. 867-902, 2000.
- ENDLEWEBER, K., SCHEU, S. Establishing arbuscular mycorrhiza-free soil: A comparison of six methods and their effects on nutrient mobilization. **Applied soil ecology: a section of Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 34, p. 276-279, 2006.
- GIANINAZZI-PEARSON, V. Plant cell responses to arbuscular mycorrhizal fungi: getting to the roots of the symbiosis. **The Plant Cell**, Rockville, v. 8, p. 1871-1883, 1996.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experiment Station**, San Francisco, v. 347, p. 1-32, 1950.
- KHALID, K. A. influences of silicate dissolving bacteria and natural potassium on growth and essential oil of rue plant. **Thai Journal of Agricultural Science**, Bangkok, v. 47, p. 31-36, 2014.
- LERMEN, C. et al. Growth of *Cymbopogon citratus* inoculated with mycorrhizal fungi under different levels of lead. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 186, p. 239-246, 2015.
- MALIK, A. A. et al. Effect of inorganic and biological fertilizer treatments on essential oil composition of *Ruta graveolens* L. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants**, Binghamton, v. 18, p. 191-202, 2012.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed London: Elsevier, 2012. 643p.
- MEJRI, J. et al. Chemical composition of the essential oil of *Ruta chalepensis* L: Influence of drying, hydro-distillation duration and plant parts. **Industrial Crops and Products**,

Amsterdam, v. 32 p. 671-673, 2010.

MIRANDA, J. C. C. **Cerrado - micorriza arbuscular: ocorrência e manejo**. Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2008.

NAGAHASHI, G.; DOUDS, D. J. Separated components of root exudate and cytosol stimulate different morphologically identifiable types of branching responses by arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological research**, Cambridge, v. 111, p. 487-492, 2007.

OLIVEIRA, J. J. F.; ALIXANDRE, T. F. Parâmetros biométricos de mudas de sabiá micorrizadas sob níveis de fósforo em Latossolo Amarelo. **Pesquisa florestal brasileira**, Colombo, v. 33, p. 159-167, 2013.

ORLANDA, J. F. F.; NASCIMENTO, A. R. Chemical composition and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) volatile oils, from São Luís, Maranhão, Brazil. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 99, p. 103-106, 2015.

PARKASH, V. et al. Rhizospheric effect of vesicular arbuscular mycorrhizal inoculation on biomass production of *Ruta graveolens* L.: a potential medicinal and aromatic herb. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 34, p. 1386-1396, 2011.

QUADROS, B. R. et al. Teor de macronutrientes na parte aérea e sementes de plantas de alface em função de doses de composto orgânico com e sem adição de fósforo ao solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, p. 1725-1734, 2011.

RUSSOMANNO, O. M. R. et al. Influência de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento de plantas de alecrim e manjeriço. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.75, p. 37-43, 2008.

SIEVERDING, E.; OEHL, F. Revision of Entrophospora and description of Kuklospora and Intraspora, two new genera in the arbuscular mycorrhizal Glomeromycota. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, Göttingen, v. 80, p. 69-81, 2006.

SILVA, C. F. **Manual de análises químicas de Solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília DF: Embrapa, p. 243-627, 2009.

SMITH, S.E; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3ª Ed. California: Academic Press, 2008, 800 p.

SOARES A. C. F. et al. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, p. 47-54, 2012.

SOUZA, G. S. et al. Crescimento, produção de biomassa e aspectos fisiológicos de plantas de *Mentha piperita* L. cultivadas sob diferentes doses de fósforo e malhas coloridas. **Global Science And Technology**, Rio Verde, v.

6, p. 35-44, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

URCOVICHE, R. C. et al. Plant growth and essential oil content of *Mentha crispera* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi under different levels of phosphorus. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 67, p. 103-107, 2015.

Recebido em: 23.03.2017

Aceito em: 30.05.2017