

CRESCIMENTO DE MUDAS DE MARACUJAZEIRO-DOCE INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS SOB DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO¹

JOSÉ ANTONIO VITORAZI FILHO², KÉSSIA BARRETO LIMA³,
MARTA SIMONE MENDONÇA FREITAS⁴, MARCO ANTONIO MARTINS⁵,
FÁBIO LOPES OLIVARES⁶

RESUMO - Conduziu-se o experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar os efeitos da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e de bactérias diazotróficas endofíticas no crescimento de mudas de maracujazeiro-doce sob diferentes doses de fósforo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x2x4, sendo três tratamentos com fungos: *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e controle (sem fungo); dois tratamentos com bactérias: *Burkholderia* sp. + *Burkholderia silvatlantica* e controle (sem bactéria); e quatro doses de fósforo: 0; 15; 30 e 60 mg dm⁻³, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por um vaso de 3,5 dm³ com três plantas. As mudas foram produzidas a partir de sementes e transplantadas para vasos, contendo mistura de solo e areia (1:2 v:v) esterilizada. Aos noventa dias após o transplante das mudas, foram avaliados: altura, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da parte aérea, porcentagem de raízes colonizadas por fungos e enumeração de bactérias nas raízes. Independentemente da presença de bactérias diazotróficas, a inoculação com FMAs proporcionou incrementos na altura, massa seca de parte aérea, área foliar e diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro-doce, nas doses de 0 e 15 mg dm⁻³ de P. As bactérias promoveram incrementos na altura e área foliar das mudas quando associadas ao FMA *G. margarita*, entretanto, sem a presença dos FMAs, estas reduziram a massa seca da parte aérea, independentemente das doses de P no substrato.

Termos para indexação: Micorriza, *Passiflora alata* Curtis, fósforo, fixação de nitrogênio.

GROWTH OF SWEET PASSION FRUIT SEEDLINGS INOCULATED WITH ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND DIAZOTROPHIC BACTERIA UNDER DIFFERENT LEVELS OF PHOSPHORUS

ABSTRACT - An experiment, at greenhouse conditions, was carried out to evaluate the effects of inoculation with mycorrhizal fungi (AMF) and diazotrophic bacteria, on sweet passion fruit seedling growth under different phosphorus levels. The experiment design was randomized blocks in 3x2x4 factorial, with three treatments with fungi: *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* and control (without fungus); two treatments with bacteria: *Burkholderia* sp. + *Burkholderia silvatlantica* and control (without bacteria); and four P levels: 0, 15, 30 and 60 mg dm⁻³ of soil, with four replications. The experimental unit consisted of a 3.5 dm³ pot with three plants. The seedlings were grown from seed and transplanted to pots containing a sterile soil: sand mixture (1:2 v: v). At 90 days after transplantation were assessed: height, diameter of stem, leaf area, shoot dry weight, percentage of root colonization by fungi and enumeration of diazotrophs in roots. Despite the presence of diazotrophic bacteria, inoculation with AMF provided increase in height, shoot dry weight, leaf area and stem diameter of seedlings, both at 0 and 15 mg dm⁻³ of P levels. Bacteria increased height and leaf area in shoots when associated with the AMF species of *G. margarita*, however in the absence of AMF, they reduced the shoot dry mass, regardless of P levels in the substrate.

Index terms: Mycorrhizal, *Passiflora alata* Curtis, phosphorus, nitrogen fixation.

¹(Trabalho 197-11). Recebido em: 02-08-2011. Aceito para publicação em: 18-05-2012. Apoio Financeiro: UENF e FAPERJ.

²Mestre em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000, CEP- 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: josevitorazi@yahoo.com.br

³Doutoranda em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000, CEP- 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: kblima@hotmail.com

⁴Ds. Professora, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000, CEP- 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: msimone@uenf.br

⁵DS. Prof., UENF, Av. Alberto Lamego, 2000, CEP- 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: marco@uenf.br

⁶DS. Prof. UENF, Av. Alberto Lamego, 2000, CEP- 28015-620, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: fabioliv@uenf.br

INTRODUÇÃO

A espécie *Passiflora alata* Curtis, vulgarmente conhecida como maracujá-doce, maracujá-de-refresco, maracujá-grande, maracujá-alado, maracujá-guaçu e maracujá-de-comer é a segunda espécie do gênero *passiflora* de importância econômica no Brasil, particularmente no Estado de São Paulo (MANICA et al., 2005). Apresenta um grande potencial ao atender às várias opções de mercado, tais como plantas ornamentais, farmacêutico e para o consumo como fruta fresca ou na forma processada.

O maracujazeiro-doce é uma planta altamente produtiva, necessitando da aplicação de altas doses de fertilizantes (KAVATTI; PIZZA JR, 2002). O uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode ser uma alternativa para diminuir essas aplicações, uma vez que alguns trabalhos têm demonstrado a eficiência desses fungos em aumentar a absorção de nutrientes na cultura do maracujazeiro-doce (SILVA, 2008; ANJOS et al., 2005). De acordo com Da Silva et al. (2009), as plantas de maracujazeiro-doce apresentaram alta dependência micorrízica. Um dos principais benefícios dos FMAs às plantas hospedeiras está associado ao incremento na absorção dos nutrientes, como fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio (LIMA, 2011; HOODGE et al., 2009; SMITH; READ, 2008).

Neste mesmo sentido, a inoculação de bactérias diazotróficas associativas também tem mostrado eficiência em propiciar ganhos, principalmente no acúmulo de massa seca, produção de grãos e concentração de nitrogênio (SALA et al., 2005). Em relação à presença de bactérias diazotróficas associadas a passifloráceas, Santos (2008) conseguiu, ao final de seu experimento, isolar quinze estirpes bacterianas capazes de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico, sendo originários em sua quase totalidade dos sítios intrinsecamente relacionados às raízes das plantas.

Os benefícios da interação FMA e bactéria diazotrófica podem ocorrer em razão do incremento na absorção de P pelas plantas micorrizadas, o que propicia melhores condições para o estabelecimento da associação com diazotróficos, que representa, por sua vez, alto custo energético (ARTURSSON et al., 2006). Agra (2007), avaliando a interação entre FMAs e rizobactérias em mudas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, observou a melhoria significativa no crescimento das mudas. Entretanto, existem poucos estudos que permitem compreender melhor os benefícios desta interação. Desta forma, ainda se faz necessário o desenvolvimento de trabalhos que avaliem a interação entre bactérias diazotróficas e

FMAs visando a melhorar a produção de mudas de maracujazeiro-doce, uma vez que a agricultura busca novas tecnologias que possam gerar ganhos econômicos e ecológicos.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), das bactérias diazotróficas endofíticas e das doses de fósforo no crescimento das mudas de maracujazeiro-doce.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação no Câmpus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada em Campos dos Goytacazes-RJ (Latitude = 21°19'23"; Longitude = 41°10'40" W; Altitude = 14m), entre 21-05 e 20-08-2010.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em um arranjo fatorial 3 x 2 x 4, sendo três tratamentos compostos por espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs): *Glomus clarum* (Nicolson & Schenck) e *Gigaspora margarita* (Becker e Hall), e controle (sem fungo); dois tratamentos com bactérias diazotróficas endofíticas: *Burkholderia* sp. + *Burkholderia silvatlantica*, e controle sem bactéria; e quatro doses de fósforo no solo: 0; 15; 30 e 60 mg dm⁻³. A unidade experimental foi composta por um vaso plástico com capacidade de 3,5 dm³ de substrato contendo três plantas por vaso.

O substrato foi composto por uma mistura de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (coletado na profundidade de 0 a 20 cm e peneirado em peneira de malha de 2 mm) e areia na proporção de 1:2 (v:v). Este substrato foi esterilizado em autoclave por duas vezes, durante uma hora, sob a temperatura de 121°C. Após a autoclavagem, o substrato apresentou as seguintes características químicas: pH (H₂O) = 6,7; S-SO₄ = 3 mg dm⁻³; P = 11 mg dm⁻³; K = 0,7 mmol_c dm⁻³; Ca = 17,1 mmol_c dm⁻³; Mg = 7,7 mmol_c dm⁻³; Al = 0 mmol_c dm⁻³; H+Al = 9,6 mmol_c dm⁻³; Na = 0,7 mmol_c dm⁻³; MO = 13,1 g dm⁻³; CTC (pH=7) = 35,8 mmol_c dm⁻³; SB = 26,2 mmol_c dm⁻³; V = 73%; Fe = 56,3 mg dm⁻³; Cu = 0,38 mg dm⁻³; Zn = 1,7 mg dm⁻³; Mn = 56,45 mg dm⁻³ e B = 0,35 mg dm⁻³.

Ao substrato, foram aplicadas as doses de P, utilizando-se como fonte KH₂PO₄. Os teores de K do substrato foram aumentados para 150 mg dm⁻³, utilizando-se como fonte KH₂PO₄ e KCl. Os vasos foram umedecidos e incubados por um período de 10 dias. Após esse período, realizou-se a análise de P disponível no solo, apresentando 9; 18; 24 e 35 mg dm⁻³, para as doses aplicadas de 0; 15; 30 e 60

mg dm⁻³ de P, respectivamente. Foi aplicada uma dose de 20 mg dm⁻³ de N aos 30 dias após o plantio, utilizando-se como fonte NH₄NO₃.

Ao substrato destinado à multiplicação do inóculo fúngico em vasos de 3 dm³, foram plantadas seis sementes de *Brachiaria decumbes* que tiveram a superfície desinfestada com solução de 0,5% de hipoclorito de sódio e lavadas com água esterilizada. Foram adicionados 50 cm³ de inóculo, constituindo uma mistura de solo contendo esporos, hifas e raízes colonizadas, com o fungo de cada espécie a ser estudada: *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*. Os vasos foram mantidos em casa de vegetação, após o plantio, por um período de 60 dias. A mistura do solo contendo raízes colonizadas e esporos dos FMAs foi utilizada como inóculo, sendo conservada em câmara fria a 4°C até a instalação do experimento.

As bactérias diazotróficas: *Burkholderia* sp. e *Burkholderia silvatlantica* foram isoladas a partir do sistema radicular de abacaxi e de maracujazeiro-amarelo, respectivamente (SANTOS, 2008). A produção do inoculante bacteriano foi realizada a partir da obtenção de colônias isoladas e crescidas em pré-inóculo contendo 5 mL de meio de cultivo líquido Dygs (DÖBEREINER et al., 1995) e mantidos sob agitação (250 rpm, por ±24h a 30°C). O pré-inóculo obtido foi utilizado para produzir um volume maior de inoculante (1,5 L meio líquido Dygs), sob as mesmas condições. Os inóculos foram padronizados em absorvância (leitura da densidade óptica em 560 nm) mediante a diluição e contagem em câmara de Neubauer, correspondendo a uma densidade de 10⁸ células por mL.

As sementes oriundas de frutos de maracujá-doce foram obtidas no Mercado Municipal do município de Campos dos Goytacazes (oriundas de Campinas). As sementes foram tratadas para a quebra de dormência (MARTINS et al., 2003; D'ÊÇA et al., 2003) e após 24 h foram desinfestadas com hipoclorito de sódio a 0,5%, durante 15 minutos, e lavadas com água desionizada estéril por quatro vezes consecutivas. Posteriormente, a germinação das sementes foi realizada adicionando-se cinco sementes em cada placa de Petri contendo uma solução de ágar na concentração de 15 g L⁻¹, em câmaras de crescimento sob a temperatura alternada de 20-30°C (8 horas no claro e 16 horas no escuro).

Após o período de 22 dias de germinação, as mudas foram transplantadas para vasos de 3,5 dm³ de capacidade, em casa de vegetação. No momento do plantio, foram inoculados os FMAs e as bactérias diazotróficas. A inoculação com as bactérias diazotróficas foi realizada através da imersão do sistema radicular das mudas na placa de Petri, durante 30

minutos, contendo 0,5 mL de cada inóculo bacteriano (10⁸ células por mL). O tratamento sem bactéria diazotrófica recebeu somente o meio líquido estéril utilizado para a produção do inóculo bacteriano. Em seguida, as mudas foram transplantadas para os vasos. Os substratos dos vasos destinados aos tratamentos com os FMAs foram inoculados com uma mistura de solo, esporos e raízes colonizadas com *Glomus clarum* ou *Gigaspora margarita*, deixando-se o tratamento-controle sem inoculação. Em cada vaso, foram adicionados 50 cm³ de inóculo. A aplicação dos FMAs foi realizada em uma profundidade aproximada de 3 cm nos substratos dos vasos dos tratamentos correspondentes, procedendo-se à semeadura.

Aos 90 dias do transplantio, foi realizada a avaliação do crescimento das mudas, sendo mensurados a altura, o diâmetro do caule (a 2 cm do solo) e a área foliar total (LI-COR-6200) das mudas. As matérias secas das raízes e da parte aérea foram quantificadas após a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 45°C, por 48 horas. A colonização de bactérias diazotróficas foi avaliada a partir de amostras radiculares, de acordo com Döbereiner et al. (1995), utilizando-se do meio semissólido JMV (BALDANI, 1996), a partir de diluições seriadas de 10⁻² até 10⁻⁷. A porcentagem de colonização micorrízica das raízes foi determinada, após a coloração, pelo método descrito por Grace e Stribley (1991), adaptado com KOH (7%) a 80°C, por 15 minutos, e H₂O₂ alcalina a 5%, por 15 minutos. Os segmentos de raízes foram levados ao microscópio óptico para a observação da presença de estruturas de FMAs.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, utilizando-se do programa SANEST. Para os fatores quantitativos, foi utilizada a análise de regressão polinomial, incluindo teste F da análise de regressão, significância dos coeficientes dos modelos obtidos e valor do R². Para os fatores qualitativos, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à altura, massa seca da parte aérea e área foliar, verificaram-se duas interações referentes ao efeito entre doses de P e espécies de FMAs, independentemente das bactérias diazotróficas (Tabela 1)(Figura 1), assim como entre as espécies de FMAs e bactérias diazotróficas, sem a influência das doses de P (Tabela 2).

As espécies de FMAs *G. clarum* e *G. margarita* promoveram benefícios significativos na altura das mudas de maracujazeiro-doce, entre as doses

0 e 15 mg dm⁻³ de P (Tabela 1). Na ausência da adubação fosfatada, os incrementos foram de 364 e 297%, enquanto na dose de 15 mg dm⁻³, de 228 e 130%, respectivamente. Aos noventa dias após a inoculação, todos os tratamentos (com exceção do controle sem fungo, nas doses de 0 e 15 mg dm⁻³ de P no substrato) atingiram a faixa de altura ideal para o transplântio, correspondente ao valor entre 15 a 20 cm (BORGES et al., 1995). Isto demonstra a importância dos FMAs em promoverem incrementos na altura das mudas em solos com baixa disponibilidade de fósforo. A eficiência dos FMAs em promover o crescimento de mudas de várias espécies do gênero *Passiflora* já foi comprovada, como em *Passiflora alata* (DA SILVA et al., 2009; ANJOS et al., 2005; SILVA et al., 2004), em *Passiflora cincinnata* e *Passiflora cetacea* (SILVA, 2008), e *Passiflora edulis* (CAVALCANTE et al., 2002).

A altura das mudas de maracujazeiro-doce não inoculadas com FMA foi significativamente maior com o aumento da disponibilidade de fósforo no substrato (Figura 1). Da mesma forma, Anjos et al. (2005) verificaram que há necessidade da adição de P na ausência da inoculação com FMAs para promover incrementos na altura das plantas de *Passiflora alata*. Resultados semelhantes também foram observados por Cavalcante et al. (2002) em mudas de *Passiflora edulis*. Para a espécie de FMA *G. margarita*, a altura máxima estimada foi de 20,5 cm no substrato contendo 28,3 mg dm⁻³ de P, ao passo que a altura das mudas inoculadas com o fungo *G. clarum* não foi influenciada pelo efeito das doses de P, obtendo-se a média de 20,4 cm.

As espécies de FMA *G. margarita* e *G. clarum* promoveram incrementos de 1500 e 1.550% em relação à massa seca da parte aérea, além de 937 e 960% no que se refere à área foliar, respectivamente, em comparação às mudas não inoculadas com FMAs (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Soares e Martins (2000) em mudas de maracujazeiro-amarelo, Silva et al. (2004) em mudas de maracujazeiro-doce e Lima et al. (2011) em mudas de mamoeiro. Para estas mesmas variáveis, também foram verificados incrementos com a adição de P ao substrato, para o tratamento sem fungo (Figura 1). A maior produtividade de massa seca de parte aérea e a maior área foliar até a maior dose de P testada (60 mg dm⁻³) foram de 3,6 g e 529 cm², respectivamente. Para o tratamento inoculado com a espécie de FMA *G. margarita*, a média da massa seca da parte aérea foi de 3,4 g, na dose de 27,3 mg dm⁻³ de P, e para área foliar de 503,8 cm² na dose de 15,9 mg dm⁻³ de P. Para a espécie *G. clarum*, não houve efeito das doses de P, sendo as médias

de massa seca de parte aérea e a área foliar de 3,2 g e 482 cm², respectivamente.

As bactérias diazotróficas associadas à espécie de FMA *G. margarita* promoveram incrementos de 26% na altura e de 9,5% na área foliar das mudas de maracujazeiro em relação ao tratamento sem bactéria (Tabela 2). De acordo com Artursson et al. (2006), as bactérias podem interagir sinergisticamente com os FMAs para estimular o crescimento da planta através de uma série de mecanismos que incluem o aumento na absorção de nutrientes e a inibição de fungos patógenos de plantas. Balota et al. (1997) verificaram esses efeitos sinérgicos promovidos por bactérias diazotróficas e FMAs em mudas de mandioca. Agra (2007) também observou que a interação entre as espécies de FMAs *G. margarita*, *G. albidia* e *S. heterogama*, e alguns isolados de bactérias promotoras de crescimento foram eficientes em promover incrementos de altura de plantas de maracujazeiro-amarelo.

As bactérias diazotróficas, quando associadas com FMAs, não proporcionaram maior acúmulo de matéria seca da parte aérea. Entretanto, as mudas inoculadas com bactérias diazotróficas na ausência de FMAs, apresentaram a massa seca de parte aérea reduzida em 10% quando comparada às mudas não inoculadas com bactéria (Tabela 2). Isto pode estar associado à presença de bactérias nativas nas mudas não inoculadas com bactérias diazotróficas (Tabela 3). Lima et al. (2011), estudando a interação entre FMAs e bactérias diazotróficas em mudas de mamoeiro, não verificaram efeito significativo no que se refere ao acúmulo de massa seca de parte aérea.

Independentemente das bactérias diazotróficas, a variável diâmetro do caule foi influenciada pela interação entre doses de P e espécies de FMAs (Tabela 1 e Figura 1). Os incrementos promovidos pela espécie de FMA *G. margarita* foram de 104% na dose 0 mg dm⁻³ de P no substrato e de 39% na dose de 15 mg dm⁻³ de P no substrato. Para a espécie de FMA *G. clarum*, esses incrementos foram de 92 e 37% na ausência de P e na dose de 15 mg dm⁻³ de P no substrato, respectivamente, para a variável diâmetro do caule (Tabela 1). Com a adição de P ao substrato, o maior valor obtido para a variável diâmetro do caule no controle sem o fungo foi de 3,90 mm na dose de 53,8 mg dm⁻³ de P (Figura 1). Todos os FMAs testados por Nunes et al. (2009) em mudas de porta-enxerto de pessegueiro “Aldrighi” foram eficientes em promover o incremento do diâmetro do caule em baixas doses de P no substrato (8 mg dm⁻³). Cavalcante et al. (2002) também encontraram resultados semelhantes trabalhando com mudas de maracujazeiro-amarelo.

As porcentagens da colonização micorrízica evidenciam o efeito dos FMAs e da adição de P,

independentemente da ausência ou da presença de bactéria diazotrófica no solo (Figura 2). As médias obtidas pelas mudas inoculadas com os FMAs: *G. margarita* e *G. clarum*, na ausência de adubação fosfatada, foram estatisticamente superiores às mudas cultivadas na ausência do fungo (Figura 1). Esse elevado potencial de colonização radicular nas mudas de maracujazeiro-doce pode explicar os resultados significativos obtidos nas características avaliadas referentes à promoção de crescimento. O aumento da adubação fosfatada no substrato promoveu redução na porcentagem de colonização micorrízica para *G. margarita* de 100 para 90%. Redução na colonização micorrízica com adição de P foi observada por Silva (2008) entre as espécies de maracujazeiro: *Passiflora cincinnata* e *Passiflora setacea*. Segundo Smith e Read (2008), a maior colonização micorrízica pode estar associada a substratos com baixa disponibilidade de P, refletindo positivamente no crescimento da planta.

Embora no presente trabalho tenha ocorrido aumento significativo no número das bactérias

diazotróficas *Burkholderia* sp. e *Burkholderia silvatlantica* nas raízes de maracujazeiro-doce, em relação às mudas sem inoculação bacteriana (Tabela 3), não ocorreu aumento significativo na maioria das variáveis avaliadas, independentemente da dose de P disponível no solo e da presença dos FMAs. Esse resultado também foi observado por Lima et al. (2011) em mudas de mamoeiro. Apesar de não ter sido observado, neste trabalho, estudos demonstram que a colonização das bactérias diazotróficas pode ser estimulada pela presença de FMAs no solo, que podem influenciar no estabelecimento das bactérias no tecido radicular das mudas (MIYAUCHI et al., 2008; BALOTA et al., 1997). Entretanto, esse benefício pode ser influenciado de acordo com os genótipos avaliados. Dessa forma, é necessário enfatizar a importância de novos estudos que envolvam a fixação biológica de nitrogênio na cultura do maracujazeiro-doce, buscando a utilização de espécies promissoras quanto à promoção de crescimento vegetal, de acordo com as características intrínsecas à espécie de interesse agrônomo.

TABELA 1- Altura, massa seca da parte aérea, área foliar e diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e adubação fosfatada.

| FMA | P (mg dm ⁻³ de substrato) | | | | | P (mg dm ⁻³ de substrato) | | | | |
|---------------------|---|-------|--------|-------|-------|--|------|------|------|-------|
| | 0 | 15 | 30 | 60 | Média | 0 | 15 | 30 | 60 | Média |
| | Altura (cm) | | | | | Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) | | | | |
| <i>G. margarita</i> | 19,0b | 19,1a | 21,3a | 18,0b | 19,4 | 3,2a | 3,2a | 3,5a | 3,1b | 3,3 |
| <i>G. clarum</i> | 22,2a | 19,0a | 20,4a | 19,8b | 20,4 | 3,3a | 3,2a | 3,3a | 3,1b | 3,2 |
| Sem fungo | 4,78c | 8,31b | 19,6a | 24,8a | 14,4 | 0,2b | 0,9b | 2,9b | 3,6a | 1,9 |
| Média | 15,3 | 15,5 | 20,4 | 20,9 | 18 | 2,2 | 2,4 | 3,2 | 3,2 | 2,8 |
| CV (%) | 13,24 | | | | | 8,63 | | | | |
| | Área foliar (cm² planta⁻¹) | | | | | Diâmetro (mm) | | | | |
| <i>G. margarita</i> | 505 a | 490 a | 511 a | 473 b | 495 | 3,8a | 3,7a | 3,8a | 3,6b | 3,7 |
| <i>G. clarum</i> | 516 a | 477 a | 486 ab | 450 b | 482 | 3,6a | 3,6a | 3,6a | 3,6b | 3,6 |
| Sem fungo | 48,7 b | 179 b | 454 b | 529 a | 303 | 1,9b | 2,7b | 3,6a | 3,9a | 3,0 |
| Média | 357 | 382 | 484 | 484 | 427 | 3,07 | 3,33 | 3,72 | 3,69 | 3,4 |
| CV (%) | 9,02 | | | | | 6,13 | | | | |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey, em nível de 5% de significância.

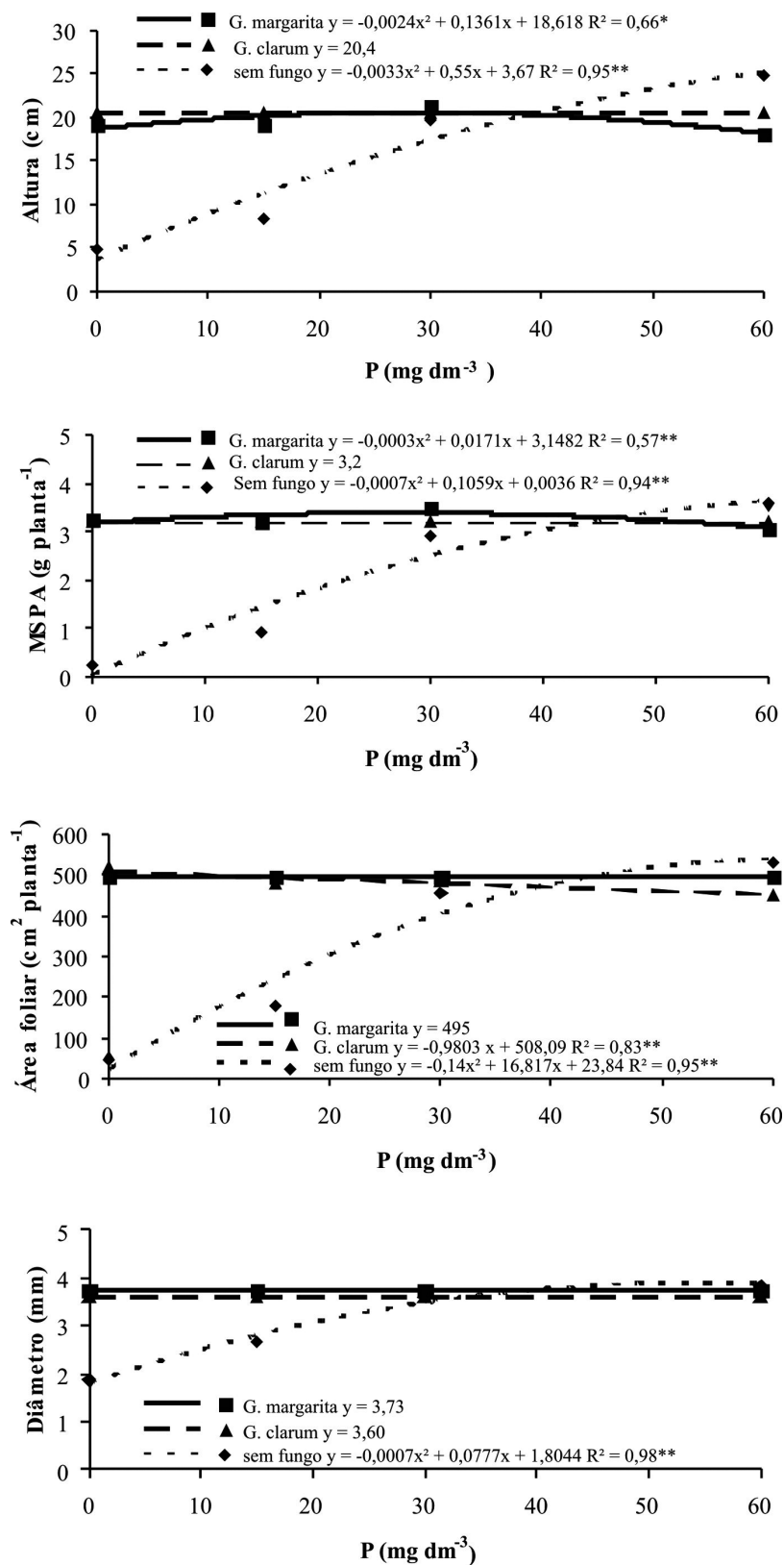


FIGURA 1 - Altura, massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar, diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro-doce em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares, aos 90 dias após o transplântio.

TABELA 2- Altura, massa seca da parte aérea e área foliar das plantas de maracujazeiro-doce em função das bactérias diazotróficas e dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA), aos 90 dias após o transplântio.

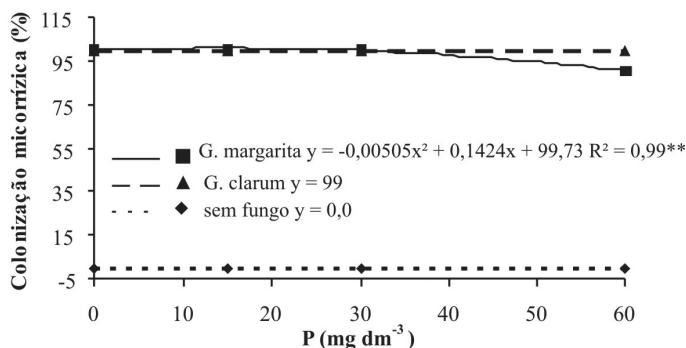
| Bactérias diazotróficas | FMA | | | Média |
|--|---------------------|----------------------|-----------|-------|
| | <i>G. margarita</i> | <i>Glomus clarum</i> | Sem fungo | |
| Altura (cm) | | | | |
| Com bactéria | 21,6a A | 20,3a A | 13,9a B | 18,6 |
| Sem bactéria | 17,1b A | 20,4a A | 14,9a B | 17,45 |
| Média | 19,36 | 20,35 | 14,37 | 18,03 |
| CV (%) | 13,24 | | | |
| Massa seca da parte aérea (g planta⁻¹) | | | | |
| Com bactéria | 3,32a A | 3,22a A | 1,82b B | 2,78 |
| Sem bactéria | 3,20a A | 3,20a A | 2,00a B | 2,80 |
| Média | 3,26 | 3,21 | 1,91 | 2,79 |
| CV (%) | 8,63 | | | |
| Área foliar (cm² planta⁻¹) | | | | |
| Com bactéria | 517,5 a A | 484,4a B | 290,1a C | 430,6 |
| Sem bactéria | 472,4 b A | 480,3a A | 315,6a B | 477,8 |
| Média | 494,9 | 482,3 | 302,8 | 426,7 |
| CV (%) | 9,02 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. *Gm*= *Gigaspora margarita*. *Gc*= *Glomus clarum*.

TABELA 3 - Contagem bacteriana (UFC g⁻¹ de tecido fresco) em função das bactérias diazotróficas, aos 90 dias após o transplântio.

| Bactérias diazotróficas | UFC g ⁻¹ |
|-------------------------|-----------------------|
| Com bactéria | 6,7*10 ⁵ a |
| Sem bactéria | 1,7*10 ⁵ b |
| CV (%) | 12,38 |

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. Valores obtidos na contagem bacteriana e transformados em logaritmo para a estatística.

**FIGURA 2-** Colonização micorrízica (%) das plantas de maracujazeiro-doce em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares, aos 90 dias após o transplântio.

CONCLUSÕES

1-A inoculação conjunta entre bactérias diazotróficas e o fungo micorrízico arbuscular *Gigaspora margarita* beneficia a altura e a área foliar das mudas de maracujazeiro-doce, independentemente da presença de fósforo no solo.

2- A inoculação com os fungos micorrízicos proporciona melhor resposta no crescimento das plantas de maracujazeiro-doce nas doses de 0 e 15 mg dm⁻³ de P no solo.

3-As bactérias diazotróficas, na ausência dos fungos micorrízicos, promovem redução na massa seca de parte aérea das mudas de maracujazeiro-doce.

REFERÊNCIAS

- AGRA, A.G.S. de. M. **Utilização de rizobactérias e micorrizas na produção de mudas de maracujá**. 2007. 48f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.
- ANJOS, E.C.T. dos; CAVALCANTE, U.M.T.; SANTOS, V.F. dos; MAIA, L.C. Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em substrato desinfestado e adubado com fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n.4, p.345-351, 2005.
- ARTURSSON, V.; FINLAY, R.D.; JANSSON, J.K. Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. **Environmental Microbiology**, Oxford, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2006.
- BALDANI, V.L.D. **Efeito da inoculação de *Herbaspirillum* spp no processo de colonização e infecção de plantas de arroz e ocorrência e caracterização parcial de uma nova bactéria diazotrófica**. 1996. 234 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1996.
- BALOTA, E.L.; LOPES, E.S.; HUNGRIA, M.; DOBEREINER, J. Inoculação de Bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares na cultura da Mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 627-639, 1997.
- CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA, L.C.; COSTA, C.M.C.; CAVALCANTE, A.T.; SANTOS, V.F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do substrato no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1099-1106, 2002.
- DA SILVA, T. F. B.; SANTOS, A.B. da S.; ROZAS, C. E. de O.; DOS SANTOS, A. C.; PAIVA, L.M. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.1-6, 2009.
- D’EÇA, C.S.B.D.; RODRIGUES, E.F.; MARTINS, M.R.; RODRIGUES, R.C.M. Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goyatacazes. **Anais...** Rio de Janeiro: UENF/UFRRJ, 2003. 4p. CD-ROM
- DÖBEREINER, J.; BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I. **Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas**. Brasília: EMBRAPA, 1995.
- GRACE, C.; STRIBLEY, P. A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **Mycological Research**, Cambridge, v. 95, n. 10, p. 1160-1162, 1991.
- HODGE, A. Root decisions. **Plant, cell and environment**, Oxford, v. 32, n. 6, p 628-640, 2009.
- LIMA, K.B.; MARTINS, M.A.; FREITAS, M.S.M.; OLIVARES, F.L. Fungos micorrízicos arbusculares, bactérias diazotróficas e adubação fosfatada em mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 932-940, 2011.
- KAVATI, R.; PIZA JÚNIOR, C.T. **A cultura do maracujá-doce**. Campinas: CATI, 2002. 46p.
- MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, I.M.; AGUIAR, J.L.P. DE.; AZEVEDO, J.A. de; VASCONCELLOS, M.A. da S.; JUNQUEIRA, N.V. **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005. 198p.

- MARTINS, M.R.; PEREIRA JUNIOR, J.C.; GOMES, J.J.A.; RODRIGUES, R.C.M.; ARAÚJO, J.R.G. Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 6., 2003, Campos dos Goytacazes. **Anais...** Rio de Janeiro: UENF/UFRRJ, 2003. CD-ROM
- MIYAUCHI, M.Y.H.; LIMA, D.S.; NOGUEIRA, M.A.; LOVATSO, G.M.; MURATE, L.S.; CRUZ, M.F. FERREIRA, J.M.; ZANGARO, W.; ANDRADE, G. Interactions between diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungus in maize genotypes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n.5, p. 525-531, 2008.
- NUNES, J.L. da S.; SOUZA, P.V.D. de; MARODIM, G.A.B.; FACHINELLO, J.C. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento do porta-enxerto de pessegueiro "Aldrighi". **Bragantia**, Campinas, V. 68, n. 4, p. 931-940, 2009.
- SALA, V.M.R.; FREITAS, S. dos S.; DONZELI, V.P.; FREITAS, J.G.; GALLO, P.B.; SILVEIRA, A.P.D. da. Ocorrência e efeito de Bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 345-352, 2005.
- SANTOS, S.T. dos. **Biogeografia de bactérias culturáveis associadas a fruteiras tropicais**. 2008. 92 f. Tese (Doutorado em biociências e Biotecnologias) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos do Goytacazes, 2008.
- SILVA, E.M. **Condição micorrízica em espécies de Passiflora e efeito da simbiose na promoção do crescimento**. 2008. 75 f. Tese (Mestrado em Biologia de Fungos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- SILVA, M.A. da; CAVALCANTE, U.M.T.; SILVA, F.S.B. da; SOARES, S.A.G.; MAIA, L.C. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associada a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 981-985, 2004.
- SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal symbiosis**. 3rd ed. Califórnia: Academic Press, 2008. 605p.
- SOARES A.F.C.; MARTINS M.A. Influência de Fungos micorrízicos arbusculares, associada à adição de compostos fenólicos, no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 731-740, 2000.