

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES, BACTÉRIAS
DIAZOTRÓFICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE
MARACUJAZEIRO-DOCE**

JOSÉ ANTONIO VITORAZI FILHO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2011**

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES, BACTÉRIAS
DIAZOTRÓFICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE
MARACUJAZEIRO-DOCE

JOSÉ ANTONIO VITORAZI FILHO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientador: Prof. Marco Antonio Martins

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO – 2011

FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES, BACTÉRIAS
DIAZOTRÓFICAS E ADUBAÇÃO FOSFATADA EM MUDAS DE
MARACUJAZEIRO-DOCE

JOSÉ ANTONIO VITORAZI FILHO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 24 de Março de 2011

Comissão Examinadora:

Prof^a. Patrícia Lopes Leal (D.Sc., Microbiologia Agrícola) – UFLA.

Prof^o. Cláudio Roberto Marciano (D.Sc., Solos e Nutrição de planta) – UENF.

Prof^a. Marta Simone Mendonça Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof^o. Marco Antonio Martins (Ph.D., Microbiologia do Solo) – UENF.
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

Aos meus pais José Antônio e Maria da Penha pela educação;

Aos meus irmãos Paulo Izidoro e Letícia e à minha tia Luiza Inês;

Ao Professor Marco Antônio Martins pela orientação e à professora Marta Simone Mendonça Freitas pela co-orientação;

Aos colegas e amigos do laboratório de Microbiologia do solo e aos técnicos: Andréia, Vanilda, Kátia, Ederaldo e José Acácio pelo apoio aos trabalhos desenvolvidos;

Aos colegas e amigos da pós-graduação;

Aos amigos de república, Cássio, Danielle e Lyzia;

À FAPERJ pela concessão da bolsa de estudos;

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Maracujazeiro-doce.....	4
3.2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).....	5
3.3. Adubação fosfatada, FMAs e Passifloráceas.....	7
3.4. Bactérias diazotróficas.....	9
3.5. Interações entre FMAs e bactérias diazotróficas.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.1. Local e delineamento Experimental.....	13
4.2. Preparo do substrato.....	13
4.3. Preparo do inóculo dos FMAs.....	14
4.4. Preparo dos inóculos de bactérias diazotróficas.....	15
4.5. Produção e inoculação das mudas de maracujazeiro-doce.....	15
4.6. Colheita e variáveis analisadas.....	16
4.7. Análise estatística.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18

5.1. Crescimento das mudas de maracujazeiro-doce.....	18
5.2. Colonização, dependência micorrízica e contagem bacteriana.....	26
5.3. Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea.....	29
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICES.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação das espécies micorrízicas.....	6
Tabela 2. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	19
Tabela 3. Massa seca de parte aérea (MSPA) e área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	20
Tabela 4. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.....	22
Tabela 5. Área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares	23
Tabela 6. Massa seca de parte aérea (MSPA) de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.....	23
Tabela 7. Diâmetro do caule e massa seca de raiz (MSR) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	25
Tabela 8. Dependência micorrízica de plantas de maracujazeiro-doce em função da adubação fosfatada e espécies de FMAs.....	28

Tabela 9. Contagem bacteriana (UFC g ⁻¹ de tecido fresco) aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas.....	28
Tabela 10. Conteúdo de N e K das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	30
Tabela 11. Conteúdo de N das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.....	32
Tabela 12. Conteúdo de K das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.....	32
Tabela 13. Conteúdo de P das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	33
Tabela 14. Conteúdo de Ca e Mg das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	20
Figura 2. Massa seca de parte aérea seca (MSPA) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	21
Figura 3. Área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	22
Figura 4. Diâmetro das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	25
Figura 5. Massa de raiz seca (MRS) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	26
Figura 6. Colonização micorrízica (%) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	27
Figura 7. Conteúdo de N da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	30
Figura 8. Conteúdo de K da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	31
Figura 9. Conteúdo de P da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função	

das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	34
Figura 10. Conteúdo de Ca da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	36
Figura 11. Conteúdo de Mg da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.....	36

RESUMO

VITORAZI FILHO, José Antonio. M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2011. Fungos micorrízicos arbusculares, bactérias diazotróficas e adubação fosfatada em mudas de maracujazeiro-doce. Orientador: Marco Antonio Martins. Co-orientadora: Marta Simone Mendonça Freitas.

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), das bactérias diazotróficas endofíticas e das doses de fósforo no crescimento e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em mudas de maracujazeiro-doce. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x2x4, sendo três tratamentos com fungos: *Gigaspora margarita* (Becker & Hall), *Glomus clarum* (Nicolson & Schenck) 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 como substrato uma mistura de solo e areia 1:2 (v:v) esterilizado. Aos noventa dias após o transplante, foram avaliados: altura, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, colonização micorrízica, contagem bacteriana e os conteúdos de N, P, K, Ca e Mg da massa seca da parte aérea das mudas de maracujazeiro-doce. Os resultados mostram que independente da presença de bactérias diazotróficas, a inoculação com os FMAs proporcionou incrementos significativos na altura, massa seca de parte aérea, área foliar, diâmetro do caule, massa seca de raiz e conteúdos

de P, K, P, Ca e Mg na parte aérea das mudas de maracujazeiro-doce, tanto na ausência, quanto na dose 15 mg dm^{-3} de P e no conteúdo de N na ausência de P no substrato. As bactérias promoveram incrementos na altura, área foliar e conteúdo de K na parte aérea de maracujazeiro-doce quando associadas à espécie de FMA *G. margarita*, entretanto sem a presença dos FMAs, estas reduziram a massa seca de parte aérea e o conteúdo de N, independente das doses de P no substrato.

ABSTRACT

VITORAZI FILHO, José Antonio. M.Sc., University of North Fluminense Darcy Ribeiro. March 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi, diazotrophic bacteria and phosphorus levels on seedlings of sweet passion fruit. Advisor: Marco Antonio Martins. Co-Advisor: Marta Simone Mendonça Freitas.

An experiment, under greenhouse conditions, was carried out to evaluate the effects of mycorrhizal fungi (AMF), diazotrophic bacteria and phosphorus levels on growth and accumulation of N, P, K, Ca and Mg in seedlings of sweet passion fruit. The experiment was a randomized complete block design factorial 3x2x4, being three treatments with fungi: *Gigaspora margarita* (Becker & Hall), *Glomus clarum* (Nicolson & Schenck) 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 as substrate a mixture of soil and sand 1:2 (v: v) sterile. At ninety days after transplantation were assessed: height and diameter of stem, leaf area, shoot dry weight, root dry mass, root colonization, bacterial count and the contents of N, P, K, Ca and Mg in shoots. The results showed that despite the presence of diazotrophic bacteria, inoculation with AMF provided a significant increase in height, shoot dry weight, leaf area, stem diameter, root dry weight and

contents of P, K, P, Ca and Mg in shoots of seedlings, both in the absence, as the dose 15 mg dm⁻³ of P and in the N content at 0 mg dm⁻³ of P. Bacteria promoted increase in height, leaf area and K content in shoots when associated with the AMF species of *G. margarita*, however in absence of AMF, they reduced the shoot dry mass and N content, regardless of P doses added in the substrate.

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Passiflora alata* Curtis, vulgarmente conhecida como maracujá-doce, maracujá-de-refresco, maracujá-grande, maracujá-alado, maracujá-guaçú 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). A planta apresenta potencial para atender várias opções de mercado, tais como o de plantas ornamentais, o farmacêutico e o de frutas frescas. Seus frutos são consumidos principalmente na forma *in natura*, devido ao sabor agridoce delicado e aroma agradável (Kavati e Pizza Jr., 2002).

O maracujazeiro-doce é uma planta altamente produtiva, necessitando da aplicação de altas doses de fertilizantes (Kavati e Pizza Jr, 2002). O uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) pode ser uma alternativa para diminuir estas aplicações, uma vez que alguns trabalhos têm demonstrado a eficiência destes fungos em aumentar a absorção de nutrientes na cultura do maracujazeiro-doce (Silva, 2008; Anjos et al., 2005; Silva et al., 2004).

Um dos principais benefícios dos FMAs às plantas hospedeiras está associado ao incremento na absorção dos nutrientes, como o fósforo (Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Smith e Read, 2008; Freitas et al., 2006), nitrogênio (Hodge et al., 2009; Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Freitas et al., 2006; Tellechea, 2007, Hodge, 2001), potássio (Lima; 2009; Nunes et al., 2008; Freitas et al., 2006), cálcio (Lima, 2009; schiavo et al., 2009; Tellechea, 2007),

magnésio (Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Tellechea, 2007). Este efeito benéfico é devido à expansão da hifa radicular além da zona de absorção das raízes. Além disso, os FMAs promovem redução na incidência de ataques patogênicos nas raízes (Borges et al., 2007; Pereira, 2006; Fusconi et al., 1999), aumentam a resistência ao déficit hídrico (Moratelli et al., 2007) e a tolerância das plantas a condições de estresse (Sannazzaro et al., 2006; Cardoso et al., 2003).

A inoculação de bactérias diazotróficas associativas tem mostrado eficiência em propiciar ganhos, principalmente no acúmulo de massa seca, produção de grãos e concentração de N (Sala et al., 2005). Em relação à presença de bactérias diazotróficas associadas a passifloráceas, Santos (2008) conseguiu, ao final de seu experimento, quinze isolados capazes de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico, sendo originários em sua quase totalidade dos sítios intrinsecamente relacionados às raízes (rizosfera, rizoplano ou interior do tecido da raiz).

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). Estima-se que para cada molécula de N₂ atmosférico fixado biologicamente é necessário o gasto de 16 moléculas de ATP (Taiz e Zeiger, 2006). Trabalhando com a interação entre FMAs e rizobactérias em mudas de *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, Agra (2007) verificou uma melhoria significativa no crescimento das mudas.

Dentro deste contexto, trabalhos que avaliem a interação entre bactérias diazotróficas e FMAs visando melhorar a produção de mudas de maracujazeiro-doce são importantes, uma vez que ainda não existem estudos sobre esta interação e 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 e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em mudas de maracujazeiro-doce.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Maracujazeiro-doce

O maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) é uma planta trepadeira semilenhosa com caule com secção quadrangular e fortemente alada. As folhas são inteiras, com cerca de 8 a 15 cm de comprimento, os pecíolos são de 2 a 4 grandulares, com estípulas menores do que 1 cm, os ramos têm secção quadrangular, e a coroa tem 4 séries de filamentos retos. As flores são formadas nas axilas das folhas, são grandes, pesadas, pendentes, apresentando um diâmetro de 8,0 a 12,8 cm e de 1 a 2 cm entre a antera e a corola. Sua coloração é vermelha romã, e os filamentos da coroa são brancos, purpúreos e violáceos (Manica et al., 2005; Lima e Cunha, 2004).

A espécie tem potencial para atender diversas áreas de mercado como: (i) o de plantas ornamentais, por ter flores grandes, coloridas e muito atrativas, associadas ao vigoroso crescimento da planta (Leonel e Sampaio, 2007), (ii) o da indústria farmacêutica por possuir constituintes químicos como flavonóides, saponinas e esteróides (Müller et al., 2005; Doyama et al., 2005), sendo utilizados principalmente para a fabricação de fitoterápicos indicados para o tratamento de excitações nervosas e (iii) o do mercado de frutas frescas, tanto por apresentar na polpa 15 a 25° Brix, pH na ordem de 3,00 a 3,56, com sabor agridoce delicado e aroma agradável (Manica et al., 2005; Kavati e Pizza Jr., 2002), quanto pelo alto valor agregado, estando nos primeiros lugares de preço de frutas (Leonel e Sampaio, 2007).

A dificuldade em obter informações referentes à área cultivada com o maracujazeiro-doce, produção e comercialização, é muito grande, uma vez que os órgãos que realizam o levantamento estatístico, geralmente não fazem a separação do cultivo do maracujazeiro amarelo e doce (Vasconcellos et al., 2001a).

As informações mais precisas sobre comercialização de maracujá-doce são encontradas na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Segundo informação desse órgão, no triênio de 2007 a 2009 ocorreu uma queda na produção de maracujá-doce. Ainda de acordo com o CEAGESP, o preço médio mensal por kg de produto no ano de 2009 variou de R\$ 1,31 a R\$ 2,57, sendo que o mês que apresentou preço de maior valor foi o mês de outubro. O total comercializado no ano de 2009 representou um valor de R\$ 1.185.876,18.

Para resolver os problemas relacionados ao cultivo do maracujazeiro-doce, os produtores são obrigados a desenvolver técnicas que geralmente estão apoiadas no cultivo do maracujazeiro amarelo, haja vista que geração tecnológica não acompanha a expansão da produção de maracujazeiro-doce (Vasconcellos et al., 2001b).

De acordo com Kavati e Piza Junior (2002), as mudas de maracujazeiro-doce atingem o porte suficiente para o transplântio cerca de 60 dias após a semeadura. Mendonça et al. (2004) verificaram, em seu experimento, que as mudas de maracujazeiro-doce atingiram altura de 42,5 cm após 90 dias da semeadura. Estes mesmos autores utilizaram um substrato composto por uma mistura de esterco de curral, casca de arroz carbonizada, casca de café, areia e solo, na proporção volumétrica de 1:1:1:1:2, com a adição de 6,0 kg m⁻³ de osmocote[®]. Segundo Borges et al. (1995) e Ruggiero et al. (1996), a faixa de altura ideal para as mudas de maracujazeiro-doce serem transplantadas é de 15 a 25 cm.

3.2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs)

O termo micorriza foi inicialmente proposto pelo alemão Bernard Frank, em 1885, originado do grego (myco = fungo e rhiza = raiz) para descrever as associações mutualísticas entre esses fungos e as raízes da maioria das

plantas vasculares. Estima-se que cerca de 250.000 espécies (80 a 90% das plantas terrestres) são capazes de formar micorrizas. Por isso, essas associações têm ocorrência generalizada, sendo mais fácil listar as exceções de plantas que não formam essas associações (Smith e Read, 2008; Moreira e Siqueira, 2006).

Existem sete tipos de micorrizas, sendo elas: Arbuscular, Ectomicorriza, Ectendomicorriza, Arbutóide, Monotropóide, Ericóide e Orquidóide. As micorrizas arbusculares e as ectomicorrizas são os tipos de maior frequência na maioria dos ecossistemas, sendo assim as mais importantes (Smith e Read, 2008).

De acordo com a classificação de fevereiro de 2011, os FMAs são divididos em 11 famílias, 17 gêneros e 228 espécies (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação das espécies micorrízicas.

Filo Glomeromycota				
Classe Glomeromycetes				
Ordem	Família	Gênero	Nº de Espécies	
Glomerales	Glomeraceae	Glomus	77	
		Funneliformis	11	
		Rizophagus	9	
		Sclerocystis	10	
		Claroideoglomus	6	
Diversisporales	Gigasporaceae	Gigaspora	8	
		Scutellospora	28	
	Acaulosporaceae	Racocetra	11	
		Acaulospora	37	
	Entrophosporaceae	Entrophospora	3	
	Pacisporaceae	Pacispora	7	
	Diversisporaceae	Diversispora	6	
		Otospora	1	
Paraglomerales	Paraglomeraceae	Paraglomus	3	
Archaeosporales	Geosiphonaceae	Geosiphon	1	
	Ambisporaceae	Ambispora	9	
	Archaeosporaceae	<i>Archaeospora</i>	2	
Total:	4	11	17	229

Fonte: [http:// www.AMF-phylogeny.com](http://www.AMF-phylogeny.com). Data de acesso: 9 de fevereiro de 2011.

Os FMAs são biotróficos obrigatórios e, portanto, só se propagam quando associados a uma planta viva. O estabelecimento das micorrizas arbusculares resulta de uma seqüência de eventos coordenados pelo fungo e pela planta e suas interações, culminando com uma relação simbiótica

caracterizada pela perfeita integração morfológica, bioquímica e funcional da associação (Smith e Read, 2008; Harisson, 2005).

A principal característica desta associação é a formação no córtex radicular das estruturas chamadas arbúsculos, que são os responsáveis pelo movimento de nutrientes absorvidos do solo para a planta, como P e Zn, e também pela transferência de carboidratos para o fungo (Smith e Read, 2008).

Um dos principais benefícios dos FMAs às plantas hospedeiras está associado com a absorção de nutrientes. Os FMAs proporcionam às plantas um incremento na absorção dos nutrientes, como o fósforo (Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Smith e Read, 2008; Freitas et al., 2006), nitrogênio (Hoodge et al., 2009; Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Freitas et al., 2006; Tellechea, 2007, Hoodge, 2001), potássio (Lima; 2009; Nunes et al., 2008; Freitas et al., 2006), cálcio (Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Tellechea, 2007), magnésio (Lima, 2009; Schiavo et al., 2009; Tellechea, 2007). Este efeito benéfico é devido à expansão da hifa radicular além da zona de absorção das raízes. Segundo Smith e Read (2008), em solos com baixa disponibilidade de P, a maior colonização micorrízica geralmente é seguida por estímulos no crescimento da planta.

Os FMAs proporcionam mais benefícios às plantas que somente a absorção de nutrientes. Eles promovem redução na incidência de ataques patogênicos nas raízes (Borges et al., 2007; Pereira, 2006; Fusconi et al., 1999), aumentam a resistência ao déficit hídrico (Moratelli et al., 2007) e a tolerância das plantas a condições de estresse (Sannazzaro et al., 2006; Cardoso et al., 2003). A formação de hifas desses fungos permite ainda uma maior estabilidade de agregados no solo (Nóbrega et al., 2001).

3.3. Adubação fosfatada, FMAs e passifloráceas

O fósforo é um elemento essencial no metabolismo das plantas (Epstein e Bloom, 2006). É um componente integral de compostos importantes para as células vegetais, incluindo açúcares fosfatados, intermediários da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõe as membranas vegetais. Ele também é um componente de nucleotídeos utilizado no metabolismo energético (como ATP) e no DNA e RNA (Taiz e Zeiger, 2006)

A concentração de P na maioria dos solos, principalmente nos Latossolos, é geralmente baixa porque ele é rapidamente adsorvido nas superfícies dos colóides do solo ou é precipitado como fosfato de cálcio, ferro ou alumínio. O solo pode imobilizar ou fixar 200 vezes mais o P em formas não-lábeis do que plantas de cultivo anual, como a soja, que absorvem em sua massa seca (20 kg ha^{-1}). A maior parte de P no solo se move até as raízes por difusão, que geralmente é considerado um dos fatores mais limitantes a absorção de P pelas plantas (Novais et al., 2007).

O P regula o desenvolvimento da micorriza, sendo que várias hipóteses já foram propostas para explicar essa regulação. O P pode afetar a exsudação radicular, cujos componentes podem ser importantes para a nutrição dos FMAs e, ou, sinalização molecular durante os processos de pré-infecção e colonização (Kiriacheck et al., 2009).

Considerando que a adubação fosfatada para cada cultura pode variar, e que a dose de P aplicada pode afetar a micorrização, é necessário o conhecimento das doses de P que sejam compatíveis com o desenvolvimento das plantas e atuação dos FMAs. Geralmente os maiores benefícios da inoculação com FMAs ocorrem em doses baixas de P no solo. A aplicação elevada deste elemento causa aumento nos custos de produção e pode inibir a atuação dos FMAs (Kiriachek et al., 2009; Saggin-Júnior e Siqueira, 1995), pois a maioria dos FMAs é inibida em condições de elevada fertilidade e favorecida pela baixa fertilidade.

Anjos et al. (2005), trabalhando com maracujazeiro-doce, observaram que o crescimento das mudas, inoculadas com FMAs, foi dependente de P, com pontos de máximo entre $15,24$ e $16,81 \text{ mg dm}^{-3}$. Segundo Smith e Read (2008), em solos com baixa disponibilidade de P a maior colonização micorrízica geralmente é seguida por estímulos no crescimento da planta.

Verificar qual espécie fúngica promove melhores resultados em cada planta e nos diversos tipos de ambiente é de extrema importância, pois esta associação possui baixa especificidade (Smith e Read, 2008). Por isso a necessidade de se testar diferentes fungos em uma mesma espécie e em diferentes ambientes. A inoculação com FMA pode ser uma importante ferramenta biotecnológica para melhorar a adaptação, reduzir o estresse do

transplântio e beneficiar o desenvolvimento de mudas desta fruteira (Silva et al., 2009)

Testando a interaço FMA e maracujazeiro amarelo, Cavalcante et al. (2002) verificaram que o fungo *Gigaspora albida* e o inóculo misto (*G. albida*, *G. margarita*, *A. longula* e *S. heterogama*) promoveram os melhores incrementos de altura e dimetro do caule das plantas aos 50 dias da inoculao em substrato estéril, enquanto em substrato no estéril no houve resposta do tratamento fúngico em relao ao tratamento sem fungo. Trabalhando com maracujazeiro amarelo, Soares e Martins (2000) verificaram que todos os FMA testados foram eficientes em promover incrementos na massa seca de parte aérea e de raiz e nos teores de P e K, em relao ao tratamento sem fungo.

Em experimentos com plantas de maracujazeiro-doce, Silva et al. (2004), Anjos et al. (2005) e Silva et al. (2009) verificaram que a inoculao da espécie do FMA *G. albida* promoveu maiores incrementos nos parmetros analisados noventa e trinta dias após a inoculao, respectivamente. Anjos et al. (2005) ainda verificaram que a espécie de FMA *Scutellospora heterogama* promoveu maiores incrementos em altura a partir dos 45 dias após a inoculao.

Trabalhando com plantas de *P. cincinnata* e *P. setaceae* em solos com baixas doses de P (11 mg dm^{-3}), Silva (2008) verificou um maior desenvolvimento nas plantas inoculadas com *G. etunicatum* em relao ao tratamento controle (sem fungo), sendo que a adubao fosfatada reduziu as mdias de crescimento.

3.4. Bactérias diazotróficas

As bactérias diazotróficas associadas a plantas no leguminosas podem ser agrupadas em três categorias: as rizosféricas, que colonizam as raízes superficialmente; as endofíticas facultativas, capazes de colonizar a superfície da raiz e o interior das plantas; e as endofíticas obrigatórias, que colonizam predominantemente o interior das raízes e também da parte aérea (Baldani et al., 1997).

Segundo Sala et al. (2005), foi a partir das observações pioneiras de Döbereiner e Day (1976) de que a utilização de meio de cultivo semi-sólido é a condição ideal para o crescimento de diazotróficos dependentes da fixação biológica do N₂ da atmosfera, que esse método tem sido empregado extensivamente no isolamento e caracterização de microrganismos fixadores associados a diferentes plantas e condições de clima e solo.

Atualmente, em diversas espécies não leguminosas tem-se encontrado bactérias diazotróficas associadas e com a sua eficiência em fixar N sendo testada, como em cana (Canuto et al., 2003; Reis et al., 1999), milho (Roesch et al., 2007), banana (Martínes et al., 2003; Weber et al., 2000), abacaxi e goiaba (Santos, 2008), maracujá (Santos, 2008; Agra, 2007), mamão (Lima, 2009; Santos, 2008), trigo (Sala et al., 2008; Sala et al., 2007a; Sala et al., 2005; Saubidet et al., 2002), dentre outras.

Ao estudar a biogeografia de bactérias diazotróficas de 4 espécies de fruteiras tropicais, dentre elas as espécies de passifloras (*Passiflora edulis f. edulis*; *Passiflora edulis f. flavicarpa*; *Passiflora alata*), Santos (2008) conseguiu isolar e identificar 15 espécies de bactérias, sendo sua quase totalidade originária de sítios intrinsecamente relacionados às raízes (rizosfera, rizoplano ou interior do tecido da raiz).

Ainda segundo Santos (2008), futuros estudos de reinoculação desses isolados, inicialmente em casa de vegetação e posteriormente no campo, certamente representarão uma etapa crucial para desvendar não só a interação entre esses isolados e seus respectivos hospedeiros, como também o potencial biotecnológico desses isolados.

3.5. Interações entre FMAs e bactérias diazotróficas

A interação entre FMAs e bactérias fixadoras de nitrogênio é bem relatada na literatura em milho (Miyauchi et al., 2008), em trigo (Sala et al., 2007b), em cana-de-açúcar (Tellechea, 2007), em mandioca (Balota et al., 1997) e em maracujazeiro amarelo (Agra, 2007). Esta interação beneficia tanto a nutrição quanto a sanidade das mudas (Artursson et al., 2006; Borges et al., 2003).

Há diversos mecanismos da interação entre esses microrganismos na natureza. Um deles é que os esporos de FMAs podem ser colonizados por essas bactérias, mas ainda se desconhece a sua função (Sala et al., 2007b). Bianciotto et al. (1996a) relataram algumas espécies *Rhizobium* e *Pseudomonas* unidas a esporos germinados e hifas da espécie de FMAs sob condições estéreis, e aquela que o grau de união variou com a estirpe bacteriana. Bianciotto et al. (1996b) relataram a presença de uma bactéria pertencente ao gênero *Burkholderia* dentro do citoplasma do FMA *Gigaspora margarita*. Outra possibilidade é que as rizobactérias promotoras do crescimento da planta têm um forte impacto estimulatório no crescimento dos FMAs (Artursson et al., 2006). Esses mesmos autores citam que pouca informação está disponível referindo-se a extensão a que rizobactérias promotoras do crescimento de plantas colonizam a hifa dos FMAs.

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). Como as bactérias diazotróficas associativas não estão separadas dos FMAs (Bandara et al., 2006), esta interação pode resultar em competição por nutrientes e espaço entre os dois microrganismos, ou ainda, em sinergismo, proporcionando benefícios para planta hospedeira.

Balota et al. (1997) observaram que, na cultura de mandioca, as bactérias diazotróficas apresentaram efeito estimulatório apenas na presença dos FMAs, aumentando a colonização micorrízica e a esporulação dos FMAs. As inoculações dos FMAs, isoladamente e em conjunto com bactéria, incrementaram todos os parâmetros de crescimento e nutricionais. Efeitos sinérgicos também foram observados, principalmente, no acúmulo de nutrientes na parte aérea e nas raízes com aumento de até, respectivamente, 88% e 173% para o N e 83% e 158% para o P.

Para milho, Miyauchi et al. (2008) verificaram que a espécie *G. clarum* estimulou a colonização das raízes pelas bactérias diazotróficas. Entretanto, as bactérias não alteraram as características morfológicas das raízes e nem a colonização micorrízica. O FMA aumentou a massa seca da parte aérea e das raízes, comprimento total e específico, superfície total e incidência de pêlos nas

raízes em todos os genótipos, ao passo que as plantas inoculadas com *Azospirillum* apresentaram os maiores teores de N.

Avaliando a interação dos FMAs e rizobactérias em mudas de maracujazeiro amarelo, Agra (2007) verificou que algumas combinações destes microrganismos proporcionaram, de maneira geral, maiores incrementos em número de folhas e altura das plantas. Foi verificado, também neste trabalho, que os isolados de rizobactérias de forma individual não influenciaram na produção de mudas de maracujazeiro.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local e delineamento experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, localizada em Campos dos Goytacazes, RJ (Latitude = 21°19'23"; Longitude = 41°10'40" W; Altitude = 14 m), entre 21 de maio a 20 de agosto de 2010. Diariamente foram registrados os valores de temperatura máxima e mínima no interior da casa de vegetação. A temperatura máxima variou de 39°C a 25°C, com média de 31°C e a temperatura mínima variou de 22°C a 13°C, com média de 18°C.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em um arranjo fatorial 3 x 2 x 4. Para o primeiro fator foram utilizadas duas espécies de FMAs: *Glomus clarum* (Nicolson & Schenck) e *Gigaspora margarita* (Becker e Hall), e o tratamento controle (sem fungo). Para o segundo fator foi utilizado um tratamento com bactérias diazotróficas endofíticas, que foi constituído de uma cultura mista de duas bactérias diazotróficas endofíticas: (*Burkholderia sp.*) e (*Burkholderia silvatlantica*) e o tratamento controle (sem bactéria). Para o terceiro fator foram consideradas quatro doses de fósforo aplicadas (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.

4.2. Preparo do substrato

O substrato para a produção de mudas foi composto por uma mistura de cambissolo háplico (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, para a eliminação de FMAs nativos do substrato.

Após a autoclavagem foi realizada a análise química do substrato, que 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 elevados para 150 mg dm⁻³ por meio do fornecimento de KH₂PO₄ e KCl. Posteriormente à correção do substrato, os vasos foram umedecidos e incubados por um período de 10 dias. Após esse período realizou-se a análise de P disponível no solo, onde se observou os seguintes valores: 9, 18, 24 e 35 mg dm⁻³, respectivamente, para as doses aplicadas de 0, 15, 30 e 60 mg dm⁻³ de P. Após 30 dias do plantio aplicou-se uma dose de 20 mg dm⁻³ de N utilizando-se como fonte nitrato de amônio (NH₄NO₃).

4.3. Preparo do inóculo dos FMAs

As espécies de FMAs testadas (*Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*) foram provenientes do banco de inóculos do Laboratório de Solos/Setor de Microbiologia do solo, do CCTA, UENF. O substrato utilizado para o preparo do inóculo consistiu em uma mistura de solo e areia na proporção de 1:1 (v/v). O substrato foi esterilizado em autoclave por duas vezes, a uma temperatura de 121°C, por uma hora.

Para multiplicação do inóculo, foram semeadas em vasos de cultura contendo 3 dm³ de substrato esterilizado, sementes de *Brachiaria decumbens*,

que tiveram a superfície desinfestada em solução de hipoclorito de sódio 0,5%, durante 15 minutos. Em seguida, as mesmas foram lavadas com água esterilizada, por quatro vezes consecutivas. Após o plantio, os vasos foram mantidos em casa de vegetação por um período de 60 dias para a multiplicação dos fungos. Seqüencialmente, a parte aérea foi podada e o vaso foi lacrado com sacos de papel pardo e mantido sem irrigação, por um mês, para facilitar a esporulação dos fungos. Transcorrido este período, a mistura do solo contendo raízes colonizadas e esporos dos FMAs foram utilizados como inóculo, sendo conservados em câmara fria a 4°C até a instalação do experimento.

4.4. Preparo dos inóculos de bactérias diazotróficas

Os isolados bacterianos foram obtidos a partir da coleção de bactérias fixadoras de nitrogênio do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual/Setor de Citologia Vegetal, do CBB, UENF. Foram utilizados dois isolados de bactérias diazotróficas, sendo um isolado proveniente do sistema radicular de abacaxi e o outro isolado proveniente do sistema radicular de maracujazeiro amarelo (Santos, 2008). Cada isolado estava estocado em água Milli-Q estéril.

Para a produção dos inoculantes bacterianos, 0,1 mL da solução na qual os microrganismos isolados encontram-se armazenados foi diluída em 5 mL de meio de cultivo líquido Dygs (pré-inóculos), contendo: glicose, 2 g L⁻¹; ácido málico, 2 g L⁻¹; peptona bacteriológica; 1,5 g L⁻¹; extrato de levedura, 2 g L⁻¹; K₂HPO₄, 0,5 g L⁻¹; MgSO₄.7H₂O; 0,5 g L⁻¹; ácido glutâmico, 1,5 g L⁻¹ (Dobereiner et al., 1995) e mantidos sob agitação (250 rpm, por ±24 h a 30°C). Os pré-inóculos obtidos foram utilizados para produzir um volume maior de cada inoculante (100 mL de meio líquido Dygs), a partir das mesmas condições. Os inóculos foram padronizados em absorbância (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.

4.5. Produção e inoculação das mudas de maracujazeiro-doce

Foram utilizadas sementes oriundas de frutos de maracujá-doce adquiridos no comércio de Campos dos Goytacazes provenientes de Campinas. As sementes foram tratadas para a quebra de dormência utilizando-se tecnologias descritas por Martins et al. (2003) e D'êça et al. (2003), que consistiram na escarificação das sementes com areia e imersão por 24 h em ácido giberélico (Pro-gibb) na concentração de 300 mg L⁻¹. Após 24 h, as sementes foram desinfestadas com hipoclorito de sódio 0,5% durante 15 minutos e lavadas com água desionizada estéril por quatro vezes consecutivas. Após isso, cinco sementes foram colocadas por placa de Petri contendo uma solução de ágar na concentração de 15 g L⁻¹ e colocadas em câmaras de crescimento para germinar em uma temperatura de 20-30°C (08 e 16 horas, respectivamente).

Após 22 dias, com 49% das sementes germinadas, as placas de Petri foram retiradas da câmara de crescimento e inoculou-se as plantas com 0,5 mL de cada inóculo bacteriano, ficando em contato com as plântulas por um período de 30 minutos, até o momento do plantio. Durante o plantio foram inoculados os fungos, a partir da mistura de solo contendo esporos e raízes de braquiária colonizadas (50 cm³ de inóculo) com *Glomus clarum* e *Gigaspora margarita*, deixando-se o tratamento controle sem inoculação. Cada inóculo foi aplicado a 2 cm abaixo da superfície do substrato, nos vasos com tratamentos correspondentes, procedendo-se posteriormente o plantio. Irrigações diárias foram realizadas, utilizando-se água desionizada durante o período de condução experimental.

4.6. Colheita e variáveis analisadas

A coleta das plantas foi realizada em noventa dias do transplântio, sendo avaliadas as variáveis respostas de interesse. Antes da colheita, foi realizada a avaliação das características biométricas, sendo mensurados a altura das plantas (determinada a partir da região do colo até a região apical por meio de uma régua milimetrada) e o diâmetro do caule (mensurado 2 cm acima do colo da planta com o auxílio de um paquímetro digital). Após a colheita, a área foliar

(AF) foi mensurada no aparelho medidor de área foliar (modelo LI-3100 LICOR, Lincoln, NE, USA) e, em seguida, a parte aérea foi colocada em sacos de papel pardo para a secagem em estufa de ventilação forçada a 45°C. Após a secagem, a parte aérea foi pesada, onde se obteve a massa seca de parte aérea (MSPA). A dependência micorrízica (Dm) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $Dm = [(MSPA \text{ da planta micorrizada} * 100) / MSPA \text{ da planta não micorrizada}] - 100$.

As raízes foram lavadas e uma amostra de 1,5 g de raízes finas foi utilizada para determinar a porcentagem de colonização micorrízica, de acordo com a metodologia descrita por Grace e Stribley (1991), com adaptações. A marcha analítica constou das seguintes etapas: 1º passo: imersão em KOH (7%) por 5 minutos a 80°C e posterior passagem em água destilada; 2º passo: imersão em água oxigenada alcalina por 15 minutos e posterior passagem em água destilada; 3º passo: imersão em ácido clorídrico (5%) durante 5 minutos; 4º passo: imersão em azul de metil (0,5%) durante 15 minutos a 80°C. As raízes foram então levadas ao microscópio para observação da presença de estruturas de FMAs de acordo com os procedimentos descritos por Giovanetti e Moose (1980).

Outra amostra de 1 grama de raízes finas foi separada para estimar o número de células das bactérias diazotróficas associativas presentes nas raízes de acordo com a técnica do número mais provável (NMP), sendo que esta amostra foi macerada em 9 ml de solução salina estéril (10^{-1}), seguidas de diluições seriadas de 10^{-1} a 10^{-7} . Alíquotas (100 µL) das respectivas diluições de 10^{-2} até 10^{-7} foram inoculadas em vidros de penicilina contendo 5 mL de meio semi-seletivo semi-sólido JMV (Baldani, 1996) e, posteriormente, incubados em BOD a 30°C durante 7 dias. Após este período, os frascos inoculados foram avaliados quanto à presença de crescimento típico de bactérias fixadoras de nitrogênio, caracterizado pela formação de uma película aerotóxica, formada na superfície do meio. O número populacional foi obtido com o uso da tabela de McCrady, tomando-se por base o número de frascos positivos em cada diluição (Döbereiner et al., 1995). O restante das raízes foi pesado, obtendo-se a massa fresca. Posteriormente essas raízes foram colocadas em sacos de papel pardo para secar e pesadas novamente, obtendo-se a massa seca. Através de cálculos fez-se a correção para incluir as

amostras retiradas para a avaliação da colonização micorrízica e população bacteriana, determinando a massa seca total da raiz (MSR).

As amostras da parte aérea foram trituradas em micro moinho (tipo Wiley) com peneira de 20 Mesh. O material vegetal foi submetido à oxidação pela digestão sulfúrica, onde se obteve o extrato, no qual se determinou o nitrogênio pelo método de Nessler (Jackson, 1965), o fósforo pelo método colorimétrico do molibdato e o potássio por espectrofotometria de emissão de chama. O cálcio e o magnésio foram quantificados por espectrofotometria de absorção atômica. (Malavolta et al., 1997).

4.7. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa SANEST (Zonta et al., 1984). 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 R^2 . Para os fatores qualitativos foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Crescimento das mudas de maracujazeiro-doce

Verificou-se o efeito da interação entre doses de P e espécies de FMAs, independente das bactérias diazotróficas, e bem como da interação entre as espécies de FMAs e bactérias diazotróficas, independentemente das doses de P para a variável altura, massa seca da parte aérea e área foliar (Tabelas 2, 3, 4, 5 e 6 e Figuras 1, 2 e 3).

As espécies de FMAs, *G. clarum* e *G. margarita*, promoveram incrementos na altura das mudas de maracujazeiro-doce, tanto na ausência de P como na dose 15 mg dm⁻³ de P (Tabela 2). Na ausência da adubação fosfatada esses incrementos foram de 364 e 297%, respectivamente enquanto na dose 15 mg dm⁻³ de 228 e 130%, respectivamente. Estes resultados mostram a eficiência destes fungos em promover o crescimento das mudas em baixas quantidades de P no substrato (9 e 18 mg dm⁻³, respectivamente). Aos noventa dias após a inoculação, todos os tratamentos com exceção do sem fungo, nas doses 0 e 15 mg dm⁻³ de P no substrato, já haviam atingido a faixa de altura ideal para o transplante, que segundo Borges et al. (1995) é de 15 a 20 cm. Esses dados mostram a eficiência dos FMAs em promoverem incrementos na altura das mudas em baixas doses de P no substrato. Autores como Anjos et al. (2005) e Silva et al. (2004), trabalhando com mudas de *Passiflora alata*, Silva (2008), com mudas de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora cetácea* e Cavalcante et al. (2002), com mudas de *Passiflora edulis*,

comprovam a eficiência dos FMAs em promover o crescimento de várias espécies de *Passiflora*.

Tabela 2. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	Altura (cm)				
	P (mg dm ⁻³ de substrato)				
	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	19,0b	19,1a	21,3a	18,0b	19,4
<i>G. clarum</i>	22,2a	19,0a	20,4a	19,8b	20,4
Sem fungo	4,78c	8,31b	19,6a	24,8a	14,4
Média	15,3	15,5	20,4	20,9	18
CV (%)	13,24				

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

No tratamento sem fungo a adição de fósforo ao substrato proporcionou incrementos na altura das mudas de maracujazeiro-doce (Figura 1), com altura até a maior dose de P testada (60 mg dm⁻³) de 18,0 cm. Para a espécie *G. margarita* a altura máxima foi de 20,5 na dose de P estimada em 28,3 mg dm⁻³, enquanto que para a espécie *G. clarum* não houve efeito das doses de P, sendo a altura média de 20,4 cm. Anjos et al. (2005) verificaram que há necessidade da adição de P na ausência dos 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 variável massa seca da parte aérea e área foliar, as espécies de FMA, *G. margarita* e *G. clarum*, promoveram incrementos de 1500, 1550, 937 e 960%, respectivamente, em relação ao tratamento sem fungo (Tabela 3). Os incrementos na massa seca de parte aérea e área foliar proporcionado pelos FMAs corroboram com os resultados obtidos por Soares e Martins (2000) em mudas de maracujazeiro amarelo, Silva et al. (2004) em mudas de maracujazeiro-doce, Lima (2009) em mudas de mamoeiro, Nunes et al. (2009) em mudas de pessegueiro "Aldrichi", Nunes et al. (2008) em mudas de pessegueiro cv. okinawa, Costa et al. (2001) em mudas de aceroleira, os quais

verificaram que a simbiose FMAs-planta promoveu incrementos na massa seca de parte aérea e área foliar em relação ao tratamento sem fungo.

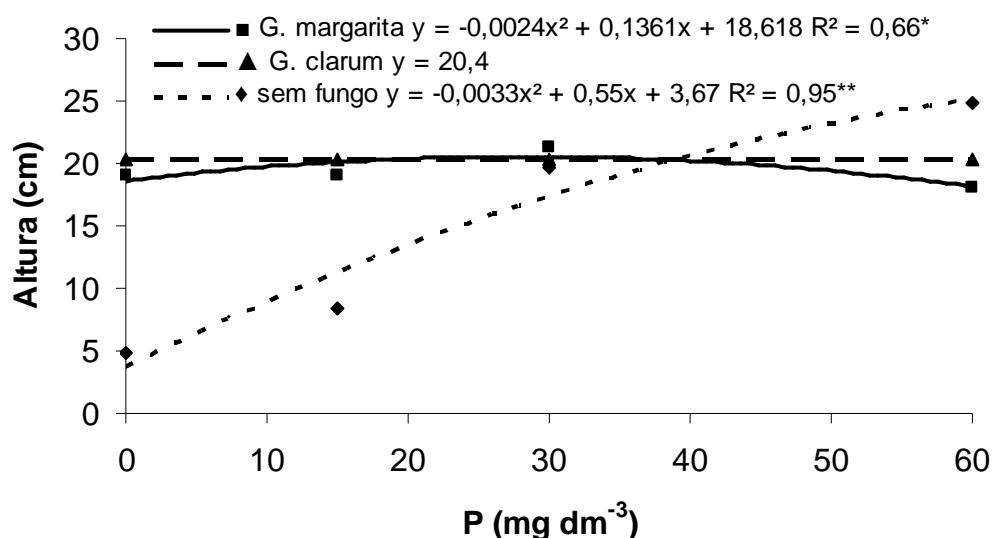


Figura 1. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

Tabela 3. Massa seca de parte aérea (MSPA) e área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	MSPA (g planta ⁻¹)					AF (cm ² planta ⁻¹)				
	P					P				
	(mg dm ⁻³ de substrato)					(mg dm ⁻³ de substrato)				
	0	15	30	60	Média	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	3,2a	3,2a	3,5a	3,1b	3,3	505 a	490 a	511 a	473 b	495
<i>G. clarum</i>	3,3a	3,2a	3,3a	3,1b	3,2	516 a	477 a	486 ab	450 b	482
Sem fungo	0,2b	0,9b	2,9b	3,6a	1,9	48,7 b	179 b	454 b	529 a	303
Média	2,2	2,4	3,2	3,2	2,8	357	382	484	484	427
CV (%)	8,63					9,02				

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

Para estas mesmas variáveis também se verificou incrementos com a adição de P ao substrato, para o tratamento sem fungo (Figuras 2 e 3). 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}), foi de $3,6 \text{ g}$ e 529 cm^2 , respectivamente. Para o tratamento inoculado com a espécie de FMA *G. margarita*, o incremento na massa seca da parte aérea foi de $3,4 \text{ g}$, na dose de P estimada em $27,3 \text{ mg dm}^{-3}$, e para área foliar de $503,8 \text{ cm}^2$ na dose de P estimada em $15,9 \text{ mg dm}^{-3}$. Para a espécie *G. clarum* não houve efeito das doses de P, sendo a massa seca de parte aérea e a área foliar média de $3,2 \text{ g}$ e 482 cm^2 .

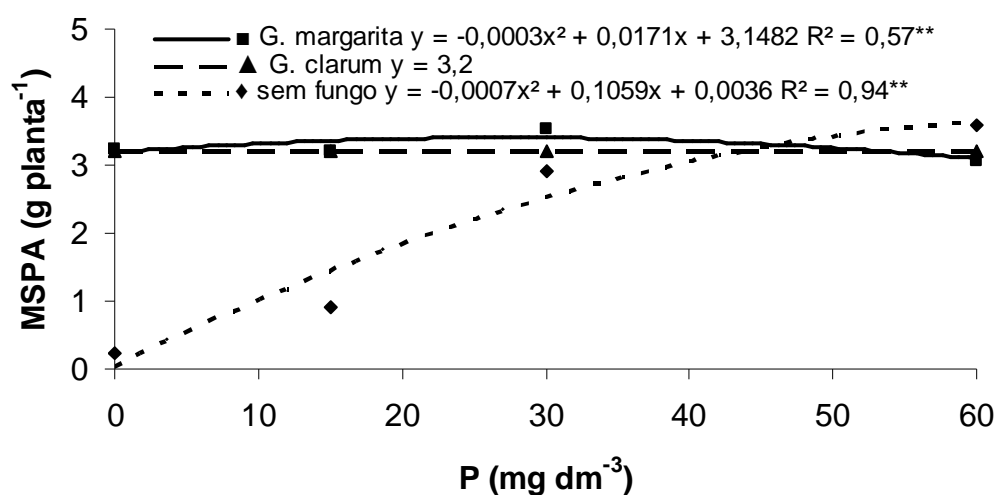


Figura 2. Massa seca de parte aérea seca (MSPA) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

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, aos noventa dias após o transplântio (Tabelas 4 e 5). 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.*

albida e *S. heterogama* e alguns isolados de bactérias, foram eficientes em promover incrementos de altura de plantas de maracujazeiro amarelo.

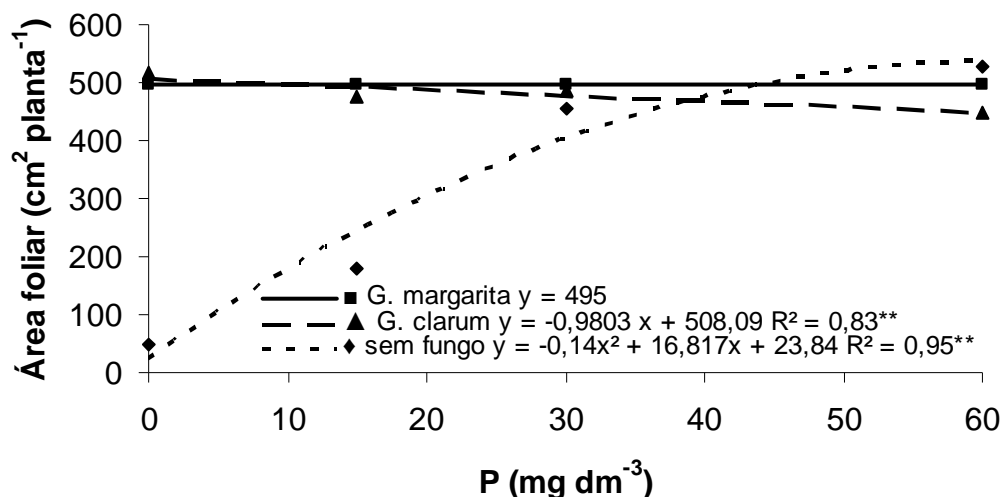


Figura 3. Área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

Tabela 4. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento	Altura (cm)			
	Tratamento fúngico			Média
Bacteriano	Gm	Gc	S/f	
Com bactéria	21,6a B	20,3a A	13,9a C	18,6
Sem bactéria	17,1b A	20,4a A	14,9a B	17,45
Média	19,36	20,35	14,37	18,03
	13,24			

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*. S/f= sem fungo.

Tabela 5. Área foliar (AF) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento Bacteriano	AF (cm ² planta ⁻¹)			
	Tratamento fúngico			Média
	Gm	Gc	S/f	
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
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*. S/f= sem fungo.

As bactérias diazotróficas não foram eficientes em promover incrementos na massa seca da parte aérea quando associadas com FMAs, mas reduziram a massa seca de parte aérea na ausência dos FMAs quando comparada ao tratamento sem bactéria (Tabela 6). Esses resultados possivelmente estão associados à alta contagem de bactérias nativas (não inoculadas) obtida no tratamento sem bactéria, em torno de 10⁵ (Tabela 9). Na ausência de FMAs, o tratamento inoculado com bactérias diazotróficas proporcionou um decréscimo de 10% na massa seca de parte aérea em comparação ao tratamento não inoculado com bactérias diazotróficas.

Tabela 6. Massa seca de parte aérea (MSPA) de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento Bacteriano	MSPA (g planta ⁻¹)			
	Tratamento fúngico			Média
	Gm	Gc	S/f	
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			

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*. S/f= sem fungo.

Resultados contrários ao encontrado no presente trabalho foram observados por Ballota et al. (1997). Esses autores observaram em mudas de mandioca, que as bactérias diazotróficas foram eficientes em promover incrementos na massa seca de parte aérea em relação ao tratamento sem bactéria, quando associadas aos FMAs, sendo que a bactéria E promoveu incrementos de 50 e 35% quando associadas aos FMAs *G. manihotis* e *G. clarum*, respectivamente e que na ausência dos FMAs não houve diferença significativa entre os tratamentos bacterianos. Lima (2009) e Tellechea (2007) estudando a interação entre FMAs e bactérias diazotróficas em mudas de mamoeiro e cana-de-açúcar, respectivamente, não verificaram o efeito significativo para a variável massa seca de parte aérea.

Independentemente das bactérias diazotróficas, as variáveis diâmetro do caule e massa seca de raiz foram influenciadas pela interação entre doses de P e espécies de FMAs (Tabela 7 e Figuras 4 e 5).

As doses de P estimadas para se obter os maiores valores destas variáveis foram muito superiores para o tratamento sem FMA, demonstrando a eficiência dos FMAs, mesmo com baixos teores de P no substrato. Os incrementos promovidos pela espécie de FMA *G. margarita*, nas doses 0 e 15 mg dm⁻³ de P no substrato, foram de 104% para a variável diâmetro do caule e 1033% para a massa seca de raiz, na ausência de adubação fosfatada, e de 39 e 313% na dose 15 mg dm⁻³ de P no substrato, respectivamente (Tabela 7). Para a espécie de FMA *G. clarum* estes incrementos foram de 92 e 975% na ausência de P e de 37 e 284% na dose 15 mg dm⁻³ de P no substrato, respectivamente, para a variável diâmetro do caule e massa seca de raiz (Tabela 7).

Com a adição de P ao substrato, o maior incremento para a variável diâmetro do caule no tratamento sem fungo foi de 3,90 mm na dose de P estimada em 53,8 mg dm⁻³. Para a variável massa seca de raiz a maior produtividade até a dose estimada (60 mg dm⁻³) no tratamento sem fungo foi de 1,8 g (Figuras 4 e 5). 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. Melloni et al.

(2000) trabalhando com mudas de limoeiro-cravo, verificaram que a espécie de FMA *G. intraradices* aumentou os valores de diâmetro do caule quando comparados às plantas do tratamento sem fungo, principalmente em doses menores que 100 mg dm^{-3} de P no substrato.

Tabela 7. Diâmetro do caule e massa seca de raiz (MSR) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	Diâmetro (mm)					MSR (g planta^{-1})				
	P					P				
	(mg dm^{-3} de substrato)					(mg dm^{-3} de substrato)				
	0	15	30	60	Média	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	3,8a	3,7a	3,8a	3,6b	3,7	1,4a	1,3a	1,6a	1,6a	1,4
<i>G. clarum</i>	3,6a	3,6a	3,6a	3,6b	3,6	1,3a	1,2a	1,4ab	1,3ab	1,3
Sem fungo	1,9b	2,7b	3,6a	3,9a	3,0	0,1b	0,3b	1,2 b	1,3 b	0,8
Média	3,07	3,33	3,72	3,69	3,4	0,9	0,9	1,4	1,4	1,2
CV (%)	6,13					19,6				

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

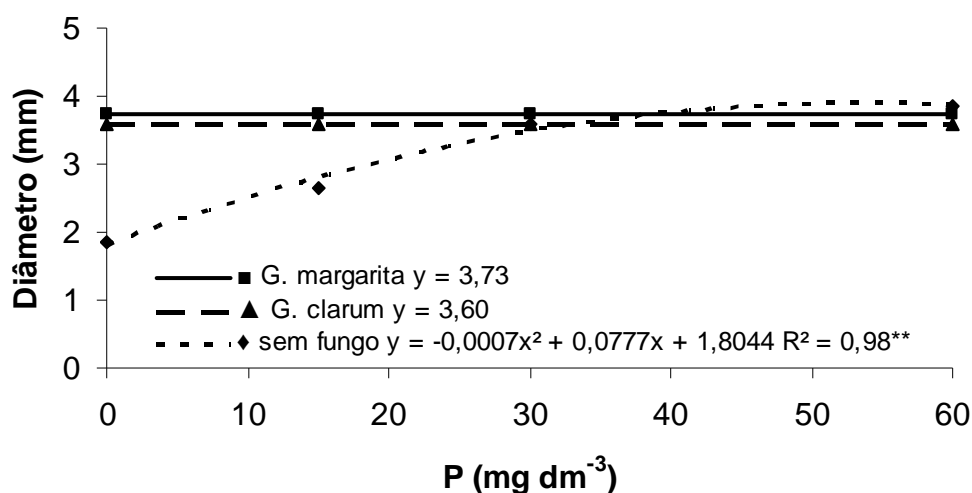


Figura 4. Diâmetro das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

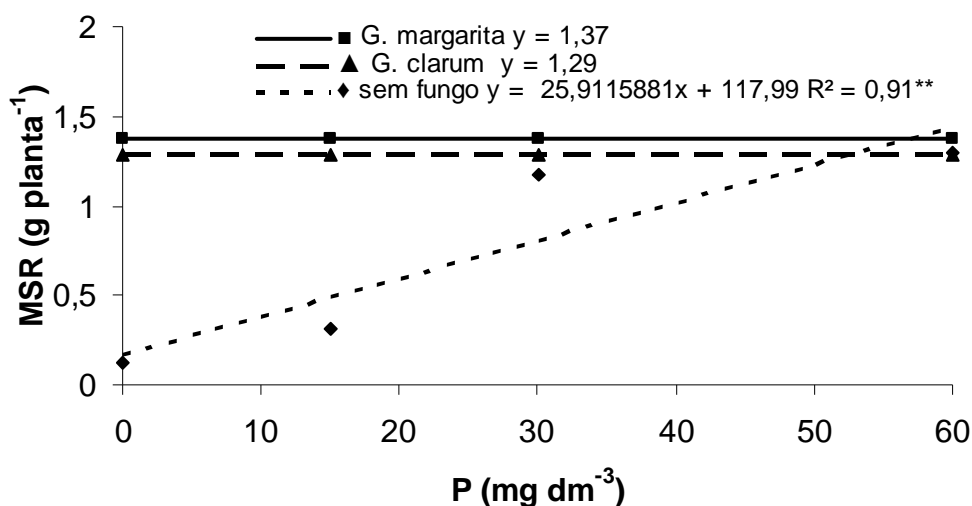


Figura 5. Massa de raiz seca (MRS) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

5.2. Colonização, dependência micorrízica e contagem bacteriana

Os valores de porcentagem de colonização micorrízica foram influenciados pelas doses de P e pelas espécies de FMAs independentemente das bactérias diazotróficas (Figura 6). Na ausência de adubação fosfatada, os valores de porcentagem de colonização micorrízica observados nos tratamentos com as espécies *G. margarita* (100%) e *G. clarum* (100%), proporcionaram, aos noventa dias após a inoculação, incrementos na altura (Figura 1), na massa seca da parte aérea e na área foliar (Figuras 2 e 3), no diâmetro (Figura 4) e na massa seca de raiz (Figura 5). Segundo Smith e Read (2008), em substratos com baixa disponibilidade de P a maior colonização micorrízica geralmente é seguida por estímulos no crescimento da planta.

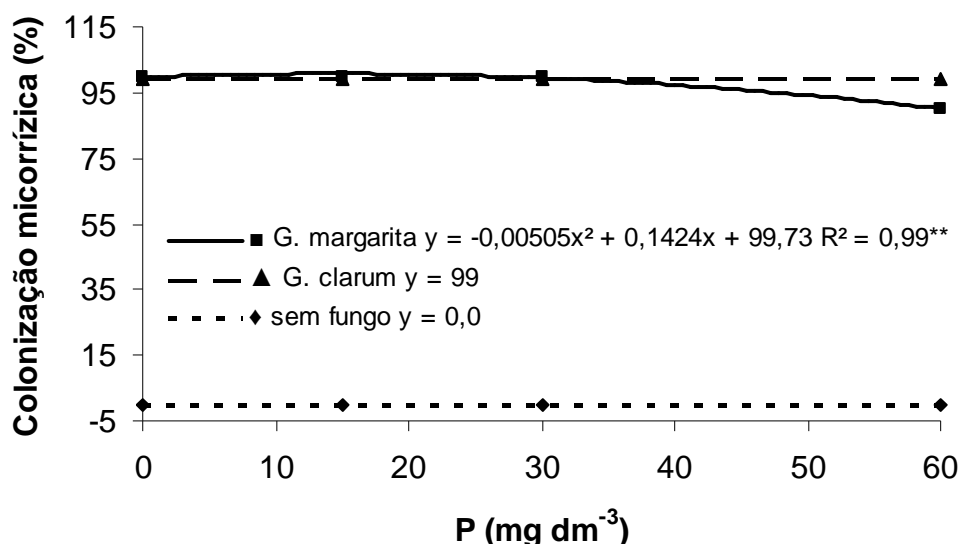


Figura 6. Colonização micorrízica (%) das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

O aumento da adubação fosfatada promoveu redução na porcentagem de colonização micorrízica para *G. margarita* demonstrada pela equação quadrática ($Y = -0,00505051x^2 + 0,142424x + 99,72$ $R^2 = 0,99^{**}$). Este decréscimo foi de 100 para 90% para a espécie de FMAs *G. margarita* com o aumento do P no substrato. Carneiro et al. (2004) e Freitas et al. (2006) estudando a inoculação com FMAs e doses de P em mudas de embaúba e *Mentha arvensis*, respectivamente, verificaram redução na porcentagem de colonização micorrízica com o incremento das doses de P. De acordo com Silva (2008), em todos os acessos de *Passiflora cincinnata* e *Passiflora setacea* a colonização foi reduzida com a adição de P.

O maior valor de dependência micorrízica foi encontrado no tratamento inoculado com a espécie *G. clarum*, na ausência de adubação fosfatada, indicando uma alta dependência das mudas de maracujazeiro-doce às espécies de FMAs. Soares e Martins (2000) verificaram uma alta dependência micorrízica das mudas de maracujazeiro amarelo em baixas doses de P no substrato. À medida que as doses de P foram aumentadas, os valores de dependência micorrízica decresceram, sendo que nas plantas cultivadas com ambos os FMAs na maior dose estudada (60 mg dm⁻³ de P no substrato) os

valores foram negativos. Isto significa que ambos os FMAs proporcionaram uma redução na produção de massa seca em relação ao tratamento controle na referida dose de P (Tabela 8). Melloni et al. (2000) trabalhando com limoeiro-cravo, verificaram um decréscimo na percentagem de dependência micorrízica com o aumento das doses de P no substrato e que a espécie *G. etunicatum* apresentou valores de dependência micorrízica negativos.

Tabela 8. Dependência micorrízica de plantas de maracujazeiro-doce em função da adubação fosfatada e espécies de FMAs.

P (mg kg ⁻¹)	Dependência micorrízica (%)	
	<i>G. margarita</i>	<i>G. clarum</i>
0	1500	1550
15	255	255
30	20,7	13,8
60	-13,8	-13,8

A contagem bacteriana nas raízes das mudas de maracujazeiro-doce foi influenciada pelas bactérias diazotróficas, independentemente das doses de P e dos FMAs (Tabela 9), e pelas doses de P, independentemente dos FMAs e das bactérias diazotróficas ($Y = -0,00069060 x^2 + 0,0464984 x + 5,135164$, $R^2 = 0,79^*$). Independentemente da adubação fosfatada e dos FMAs, o tratamento com bactérias diazotróficas apresentou incrementos de 11,25% na contagem bacteriana em relação ao tratamento sem bactérias.

Tabela 9. Contagem bacteriana (UFC g⁻¹ de tecido fresco) aos noventa dias após o transplante em função das bactérias diazotróficas.

Tratamento Bacteriano	Contagem Bacteriana (UFC g ⁻¹ de tecido fresco)
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.

A inoculação com as espécies de FMAs não influenciou no estabelecimento das bactérias no tecido radicular das mudas de maracujazeiro-doce. Apesar de não ter sido observado neste trabalho, estudos demonstram que a colonização das bactérias diazotróficas pode ser estimulada por FMAs que influenciam o número populacional das bactérias. Miyauchi et al. (2008) observaram que *G. clarum* estimulou a colonização das raízes pelas bactérias diazotróficas em cinco genótipos de milho avaliados. Provavelmente esse benefício também dependerá da espécie da planta estudada.

5.3. Conteúdos de N, P, K, Ca e Mg na massa seca da parte aérea

O incremento no conteúdo de nutrientes na parte aérea das plantas micorrizadas expressa a capacidade dos FMAs em promoverem o aumento da absorção do nutriente no substrato. Os conteúdos de N e K na parte aérea de plantas de maracujazeiro-doce foram influenciados pela interação entre doses de P e espécies de FMAs, independentemente das bactérias diazotróficas e pela interação bactérias diazotróficas e espécies de FMAs, independentemente das doses de P (Tabelas 10, 11 e 12 e Figuras 7 e 8).

Na ausência de adubação fosfatada, os conteúdos de N e K na massa seca de parte aérea foram de 295 e 1473%, respectivamente, superiores nos tratamentos inoculados com a espécie de FMA *G. margarita* e de 350, 1287%, respectivamente, superiores no tratamento inoculado com a espécie de FMA *G. clarum* em relação ao tratamento sem fungo (Tabela 10).

Foram observados incrementos de N e K com o aumento das doses de P, sendo que no tratamento sem fungo, o acúmulo máximo de N e K foi de 37,4 e 73,5 mg planta⁻¹, respectivamente, obtido nas doses estimadas 43,4 e 54,5 mg dm⁻³ de P no substrato. Para os FMAs foi observado um decréscimo linear no conteúdo de N e K com o aumento das doses de P no substrato.

Freitas et al. (2006) verificaram que os FMAs promoveram incremento nos conteúdos de N e K na massa seca de parte aérea de *Mentha arvensis* L. em relação ao tratamento sem fungo. Trabalhando com mudas de mamoeiro, Lima (2009) verificou que os FMAs foram eficientes em promover incrementos nos conteúdos de N e K. Melloni et al. (2000) verificaram interação significativa entre as espécies de FMAs e doses de P para todos os nutrientes analisados

na parte aérea de mudas de limoeiro cravo, sendo que as plantas inoculadas com *G. intraradices* apresentaram maior acúmulo de nutrientes em relação às aquelas com *G. etunicatum* ou controle, principalmente na dose igual ou inferior a 150 mg dm^{-3} de P no substrato.

Tabela 10. Conteúdo de N e K das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	Conteúdo de N (mg planta^{-1})					Conteúdo de K (mg planta^{-1})				
	P					P				
	(mg dm^{-3} de substrato)					(mg dm^{-3} de substrato)				
	0	15	30	60	Média	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	32 b	30 a	30 a	28 b	30	64 a	55 a	62 ab	54 b	59
<i>G. clarum</i>	37 a	31 a	33 a	29 b	32	57 a	59 a	56 b	55 b	57
Sem fungo	8,2c	27 a	34 a	33 a	25	4,1 b	22 b	68 a	71 a	41
Média	26	29	32,2	30	29	41,9	46	62	60,1	52
CV (%)	11,1					12,7				

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

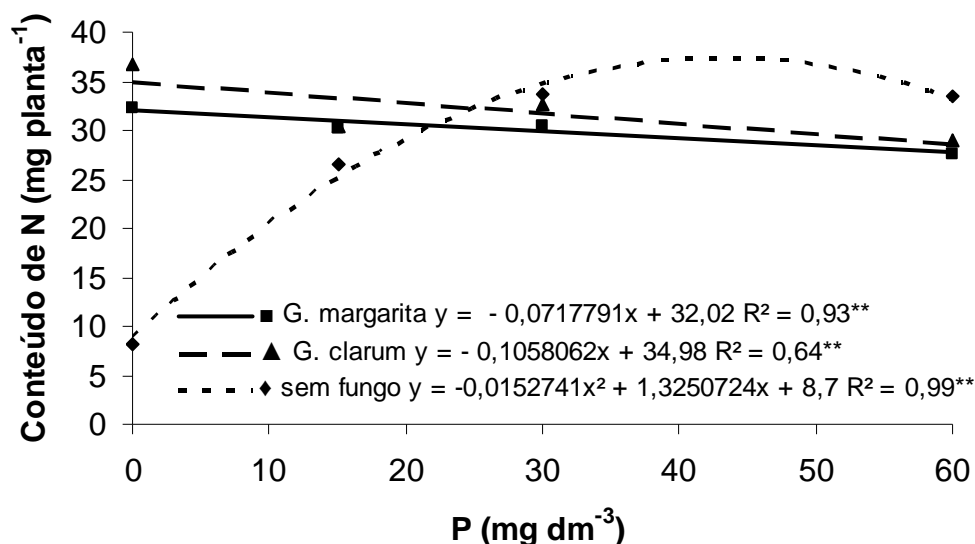


Figura 7. Conteúdo de N da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

Freitas et al. (2006) verificaram que os FMAs promoveram incremento nos conteúdos de N e K na massa seca de parte aérea de *Mentha arvensis* L em relação ao tratamento sem fungo. Trabalhando com mudas de mamoeiro, Lima (2009) verificou que os FMAs foram eficientes em promover incrementos nos conteúdos de N e K. Melloni et al. (2000) verificaram interação significativa entre as espécies de FMAs e doses de P para todos os nutrientes analisados na parte aérea de mudas de limoeiro cravo, sendo que as plantas inoculadas com *G. intraradices* apresentaram maior acúmulo de nutrientes em relação àquelas com *G. etunicatum* ou controle, principalmente na dose igual ou inferior a 150 mg dm^{-3} de P no substrato.

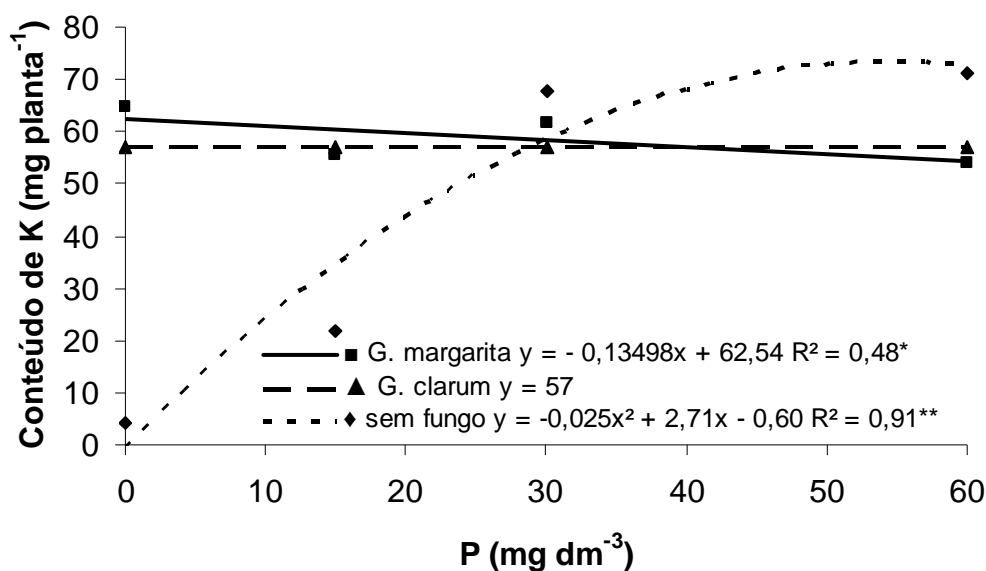


Figura 8. Conteúdo de K da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

Não houve diferença significativa para o conteúdo de N em relação à presença ou ausência de bactérias diazotróficas quando associadas aos FMAs, fato que pode ter ocorrido devido às altas contagens bacterianas no controle (sem bactéria) em torno de 10^5 (Tabela 9), sendo possivelmente bactérias nativas. O conteúdo de N foi significativamente menor na presença de bactérias quando não associadas aos FMAs, indicando que para as bactérias

se associarem e promoverem um eficiente incremento de N as plantas precisam estar bem supridas em outros elementos, como o P (Tabela 11).

Ballota et al. (1997) verificaram que a inoculação conjunta de bactérias diazotróficas e os FMAs *G. clarum* e *G. manihotis* promoveram incrementos de até 57 e 87%, respectivamente, no conteúdo de N na parte aérea de plantas de mandioca. Já Lima (2009) e Tellechea (2007) não verificaram efeitos desta interação para o acúmulo de N na parte aérea de plantas de mamoeiro e cana-de-açúcar, respectivamente.

Tabela 11. Conteúdo de N das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento Bacteriano	Conteúdo de N (mg planta ⁻¹)			Média
	Tratamento fúngico			
	<i>Gm</i>	<i>Gc</i>	S/f	
Com bactéria	30,7a A	32,8a A	24,0b B	29,0
Sem bactéria	29,5a AB	32,0a A	26,8a B	29,4
Média	30,1	32,2	25,4	29,2
CV (%)	11,1			

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*. S/f= sem fungo.

Tabela 12. Conteúdo de K das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das bactérias diazotróficas e fungos micorrízicos arbusculares.

Tratamento Bacteriano	Conteúdo de K (mg planta ⁻¹)			Média
	Tratamento fúngico			
	<i>Gm</i>	<i>Gc</i>	S/f	
Com bactéria	61,5a A	56,8a A	39,3a B	52,5
Sem bactéria	56,5b A	57,1a A	43,3a B	52,3
Média	59,0	56,9	41,3	52,4
CV (%)	12,7			

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*. S/f= sem fungo.

Para o conteúdo de K, quando as bactérias estavam associadas ao FMA *G. margarita* houve um incremento de 15% deste elemento na parte aérea de plantas de maracujazeiro-doce (Tabela 12), seguindo a tendência da interação entre as bactérias diazotróficas e a espécie de FMA *G. margarita*. Pesquisando esta interação em plantas de mamoeiro e cana-de-açúcar, Lima (2009) e Tellechea (2007) não verificaram incrementos no conteúdo de K. Já Agra (2007) trabalhando com mudas de maracujazeiro amarelo verificou que a interação entre o FMA *G. etunicatum* e o isolado 9 se destacou no incremento do conteúdo de K na massa seca de parte aérea.

O conteúdo de P, Ca e Mg na parte aérea de plantas de maracujazeiro-doce foi influenciado pelas doses de P e pelas espécies de FMAs, independente das bactérias diazotróficas (Tabelas 13 e 14 e Figuras 9, 10 e 11). Os FMAs promoveram incrementos no conteúdo de P na parte aérea de mudas de maracujazeiro-doce na ausência de adubação fosfatada, na dose 15 e 30 mg dm⁻³, sendo estes incrementos, respectivamente de 3900, 600 e 69% para o FMA *G. margarita* e de 3900, 650 e 59% para o FMA *G. clarum* em relação ao tratamento sem FMA (Tabela 13).

Tabela 13. Conteúdo de P das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	Conteúdo de P (mg planta ⁻¹)				
	P (mg kg ⁻¹ de solo)				
	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	4,0a	4,2a	4,9a	4,9b	4,5
<i>G. clarum</i>	4,0a	4,5a	4,6a	5,3b	4,6
Sem fungo	0,1b	0,6b	2,9b	6,1a	2,4
Média	2,7	3,1	4,1	5,4	3,8
CV (%)	14,9				

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

Todos os tratamentos fúngicos tiveram incrementos de P na parte aérea com a adição de P no substrato. Para o tratamento sem fungo, o conteúdo máximo de P na parte aérea foi de 6,3 mg planta⁻¹ na dose de P estimada em

61,1 mg dm⁻³ (Figura 9). Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Freitas et al. (2006) em mudas de *Mentha arvensis*, Lima (2009) em mudas de mamoeiro, Bressan et al. (2001) em mudas de sorgo e soja, Soares e Martins (2000) em mudas de maracujazeiro amarelo, Schiavo e Martins (2002), em mudas de goiabeira, que verificaram que os FMAs promoveram incrementos de P em baixas doses de P. Segundo Balzergue *et al.* (2011), o principal benefício a simbiose para a planta é o aumento na aquisição de P, um fator freqüentemente limitante no solo devido à sua baixa solubilidade no substrato.

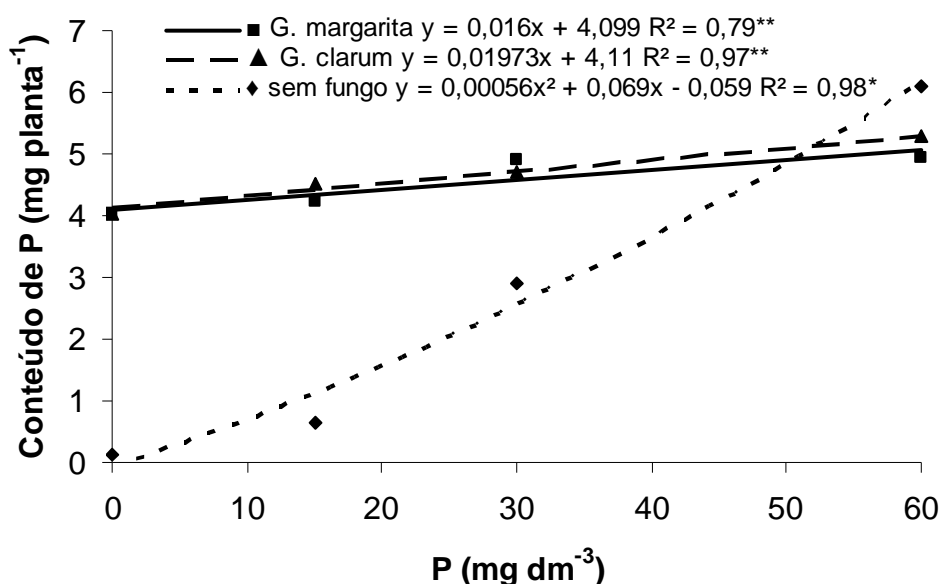


Figura 9. Conteúdo de P da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

Para o conteúdo de Ca, os FMA promoveram incrementos na ausência de P e na dose 15 mg dm⁻³ de P no substrato, sendo que estes incrementos foram respectivamente de 969 e 163% para a espécie de FMA *G. margarita* e de 969 e 175% para a espécie de FMA *G. clarum*. Já para o conteúdos de Mg, os FMAs promoveram incrementos tanto na ausência de P quanto nas doses 15 e 30 mg dm⁻³ de P no substrato. Na ausência de adubação fosfatada os

incrementos foram de 1271 e 1385%, respectivamente para *G. margarita* e *G. clarum*. Na dose 15 mg dm⁻³, o incremento foi de 330 e 335%, respectivamente para *G. margarita* e *G. clarum* e na dose 30 mg dm⁻³, o incremento foi de 55 e 62%, respectivamente para *G. margarita* e *G. clarum* (Tabela 14).

Tabela 14. Conteúdo de Ca e Mg das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplante em função dos fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada.

Tratamento Fúngico	Conteúdo de Ca (mg planta ⁻¹)					Conteúdo de Mg (mg planta ⁻¹)				
	P (mg kg ⁻¹ de solo)					P (mg kg ⁻¹ de solo)				
	0	15	30	60	Média	0	15	30	60	Média
<i>G. margarita</i>	38,5a	36,6a	38,2a	45,3a	37,2	9,6 a	8,6 a	8,7 a	7,9 a	8,7
<i>G. clarum</i>	38,5a	38,3a	36,7a	37,6b	37,8	10 a	8,7 a	9,1 a	8,5 a	9,2
Sem fungo	3,6b	13,9b	38,7a	35,3b	25,3	0,7 b	2,0 b	5,6 b	8,0 a	4,1
Média	26,9	29,6	37,9	39,4	33,4	6,9	6,4	7,7	8,1	7,3
CV (%)	10,3					12,7				

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

No tratamento sem fungo, a adição de fósforo ao substrato proporcionou incrementos no conteúdo de Ca na massa seca da parte aérea das mudas de maracujazeiro-doce (Figura 10), com o conteúdo de Ca até a maior dose de P testada (60 mg dm⁻³) de 46,1 mg planta⁻¹. Para o conteúdo de Mg na massa seca da parte aérea, o incremento até a maior dose de P testada (60 mg dm⁻³) foi de 10,2 mg planta⁻¹ (Figura 11).

De acordo com Lima (2009), os FMAs promoveram incrementos no conteúdo de Ca e Mg na parte aérea de mudas de mamoeiro, independente do P. Ainda de acordo com este autor, com o aumento da adubação fosfatada houve um incremento no conteúdo de Ca e Mg nas parte aérea destas. Chu et al. (2001) e Carvalho et al. (2007) também demonstraram a capacidade dos FMAs em promover o acúmulo de Ca e Mg em mudas de graviola e capim andropogon, respectivamente. Tellechea (2007) verificou que os FMAs *G. clarum* e *G. margarita* promoveram incrementos no conteúdo de Mg na parte aérea de mudas de cana-de-açúcar em relação ao tratamento sem fungo e que, para o conteúdo de Ca, houve um efeito significativo da interação dos

fatores doses de fósforo e FMAs com os maiores valores nos tratamentos sem inoculação de FMAs.

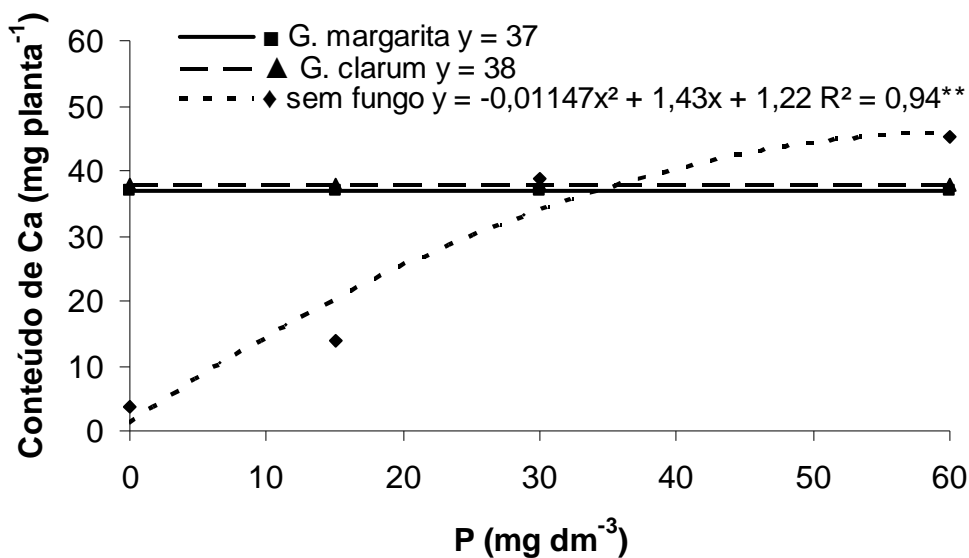


Figura 10. Conteúdo de Ca da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

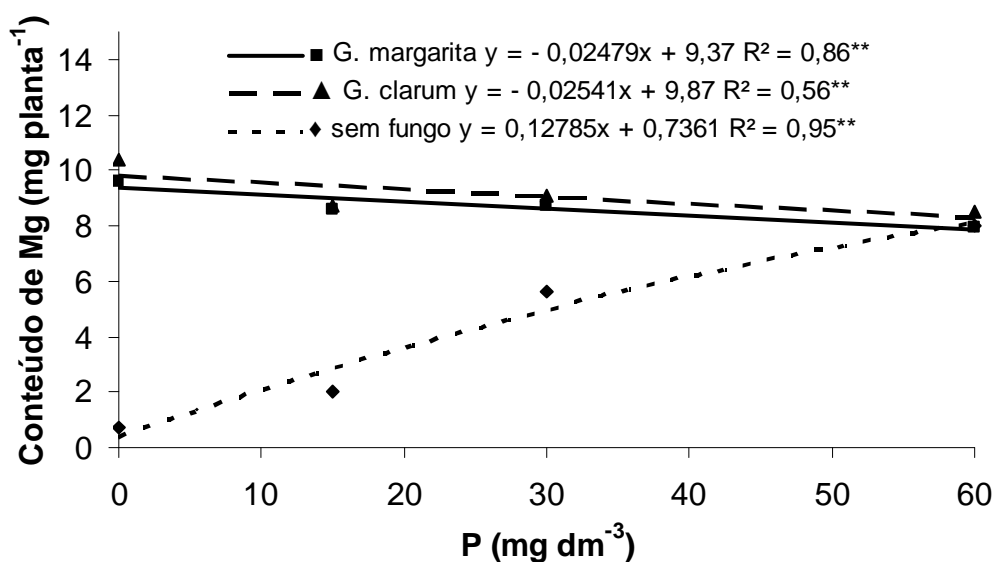


Figura 11. Conteúdo de Mg da parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio em função das doses de P e dos fungos micorrízicos arbusculares.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação com o objetivo de avaliar os efeitos dos fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), das bactérias diazotróficas endofíticas e das doses de fósforo no crescimento e acúmulo de N, P, K, Ca e Mg em mudas de maracujazeiro-doce. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 3x2x4, sendo três tratamentos com fungos: *Gigaspora margarita* (Becker & Hall), *Glomus clarum* (Nicolson & Schenck) 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 como substrato uma mistura de solo e areia 1:2 (v:v) esterilizado. Aos noventa dias após o transplante, foram avaliados: altura, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz, colonização micorrízica, contagem bacteriana e os conteúdos de N, P, K, Ca e Mg da massa seca da parte aérea das mudas de maracujazeiro-doce.

Diante dos resultados obtidos conclui-se que:

- Independente das doses de P aplicadas ao substrato, as bactérias diazotróficas promoveram incrementos na altura, área foliar e

conteúdo de K na parte aérea de maracujazeiro-doce quando associadas à espécie *Gigaspora margarita*;

- Independente da presença de bactérias diazotróficas no substrato, a inoculação com os FMAs proporcionou incrementos significativos no crescimento e nos conteúdos de P, K, P, Ca e Mg na parte aérea de plantas de maracujazeiro-doce tanto na ausência quanto na dose 15 mg dm^{-3} de P aplicada ao substrato e no conteúdo de N na ausência de P ao substrato;
- As bactérias diazotróficas na ausência dos FMAs promoveram redução na massa seca de parte aérea e no conteúdo de N das mudas de maracujazeiro-doce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agra, A.G.S. de. M. (2007) *utilização de rizobactérias e micorrizas na produção de mudas de maracujá*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Rio Largo – Al, Universidade Federal de Alagoas – UFAL, 48p.
- Anjos, E.C.T. dos, Cavalcante, U.M.T., Santos, V.F. dos, Maia, L.C. (2005) Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em substrato desinfestado e adubado com fósforo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 40 (4): 345-351.
- Artursson, V., Finlay, R.D., Jansson, J.K. (2006) Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and bacteria and their potential for stimulating plant growth. *Environmental Microbiology*, 8 (1): 1-10.
- Baldani, J.I., Caruso, L., Baldani, V.L.D., Goi, S.R., Böbereiner, J. (1997) Recent advances in BNF with non-legume plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 29 (5/6): 911-922.
- Baldani, V.L.D., (1996) 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. Tese (Doutorado em agronomia – ciência do solo) – Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ. 234 p.
- Balota, E.L., Lopes, E.S., Hungria, M., Dobereiner, J. (1997) Inoculação de Bactérias diazotróficas e fungo micorrizococ - arbusculares na cultura da Mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32 (6): 627-639.
- Bazergue, C., Puech-Pagès, V., Bécard, G., Rochange, S.F. (2011) The regulation of arbuscular mycorrhizal symbiosis by phosphate in pea involves early and systemic signaling events. *Journal of Experimental Botany*, 62 (3): 1049-1060.

- Bandara, W.M.M.S., Seneviratne, G., Kulasoorya, S.A. (2006) Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *Journal of Biosciences*, 31 (5): 645-650.
- Bianciotto, V., Minerdi, D., Perotto, S., Bonfante, P. (1996a) Cellular interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere bacteria. *Protoplasma*, 193 (1): 123–131.
- Bianciotto, V., Bandi, C., Minerdi, D., Sironi, M., Tichy, H.V., Bonfante, P. (1996b) An obligately endosymbiotic fungus itself harbors obligately intracellular bacteria. *Applied Environmental Microbiology*, 62 (8): 3005–3010.
- Borges, A.J. da S., Trindade, A.V.; Matos, A.P. de, Peixoto, M. de F. da S. (2007) Redução do mal-do-panamá em bananeira-maçã por inoculação de fungo micorrízico arbuscular. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 42 (1): 35-41.
- Borges, A.L., Trindade, A.V. (2003) *Cultivo Orgânico de Fruteiras tropicais- manejo do substrato e da cultura*. Embrapa circular técnica, 12p.
- Borges, A.L.; Lima, A.A.; Caldas, R.C. (1995) Adubação orgânica e química na formação de mudas de maracujazeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 17: 17-22.
- Bressan, W., Siqueira, J.O., Vasconcellos, C.A., Purcino, A.A.C. (2001) Fungos micorrízicos e fósforo, no crescimento, nos teores de nutrientes e na produção do sorgo e soja consorciados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (2): 315-323.
- Carneiro, M.A.C., Siqueira, J.A., Davide, A.C. (2004) Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de Embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34 (3): 119-125
- Cardoso, E.J.B.N., Navarro, R.B., Nogueira, M.A. (2003) Absorção e translocação de Manganês por plantas de soja micorrizadas, sob doses crescentes destes nutrientes. *Revista Brasileira de Ciências do Substrato*, 27 (3): 415-423.
- Canuto, E. de L., Salles, J.F., Oliveira, A.L.M., Perin, L., Reis, V.M., Baldani, J.I. (2003) Respostas de plantas micropropagadas de cana-de-açúcar à inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas. *Agronomia*, 37 (2): 67-72.
- Cavalcante, U.M.T.; Maia, L.C.; Costa, C.M.C.; Cavalcante, A.T.; Santos, V.F. (2002) 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 substrato*, 26 (6): 1099-1106.

- Cavalcante, U.M.T., Maia, L.C., Nogueira, R.J.M.C., SANTOS, V.F. dos. (2002) Respostas fisiológicas em mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e submetidas a estresse hídrico. *Acta Botânica Brasileira*, 15 (3): 379-390.
- Chu, E.Y., Möller, M.R.F., Carvalho, J.G. (2001) Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em substrato fumigado e não fumigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (4): 671- 680.
- Costa, C.M.C., Cavalcante, U.M.T., Goto, B.T., Santos, V.F., Maia, L.C. (2005) Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (3): 225-232.
- Costa, C.M.C., Maia, L.C., Cavalcante, U.M.T., Nogueira, R.J.M.C. (2001) Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (6): 893-901.
- D'êça, C.S.,B.D., Rodrigues, E.F., Martins, M.R., Rodrigues, R.C.M. (2003) Efeito de diferentes concentrações de ácido giberélico sobre a germinação de sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goyatacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Döbereiner, J., Baldani, V.L.D., Baldani, J.I. (1995) *Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas*. EMBRAPA, Brasília, 1995.
- Doyama, J.T., Rodrigues, H.G., Novelli, E.L.B., Cereda, E., Vilegas, W. (2005) Chemical investigation and effects of the tea of *Passiflora alata* on biochemical parameters in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 96 (3): 371-374.
- Epstein, E., Bloom, A. (2004) *Nutrição Mineral de Plantas*. Tradução de: Maria Edna Tenório Nunes: Londrina – Editora Planta. 401p.
- Freitas M.S.M., Martins M.A., Carvalho A.J.C. (2006) Crescimento e composição da menta em resposta à inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada. *Horticultura Brasileira*, 24 (1):11-16.
- Fusconi, A., Gnani, E., Trotta, A., Berta, G. (1999) Apical meristems of tomato roots and their modifications induced by arbuscular mycorrhizal and soilborne pathogenic fungi. *The New Phytologist*, 142 (3): 505-516.
- Giovannetti M., Mosse, B. (1980) An evaluation of techniques for measuring VA mycorrhizal infection in roots. *The New Phytologist*, 84 (3): 489-500.

- Grace, C., Stribley, P. (1991). A safer procedure for routine staining of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycological Research*, 95 (10): 1160-1162.
- Hodge, A. (2009) Root decisions. *Plant, cell and environment*, 32 (6): 628-640.
- Hodge, A., Campbell, C.D., Fitter A.H. (2001) An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. *Nature*, 413: 297–299.
- Kavati, R., Piza Júnior, C.T. (2002) *A cultura do maracujá-doce*. 1º ed. Campinas: CATI, 46p.
- Kiriachek, S.G., Azevedo, L.B.C. de, Peres, L.E.P., Lambais, M.R. (2009) Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. *Revista Brasileira de ciências do substrato*, 33 (1): 1-16.
- Leonel, S., Sampaio, A.C. (2007) *Maracujá doce: Aspectos técnicos e econômicos*. São Paulo: Editora Unesp, 134p.
- Lima, A. de. A., Cunha, M.A.P. da. (2004) *Maracujá: produção e qualidade na passicultura*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 396p.
- Lima, K.B. (2009) *Fungos micorrízicos arbusculares, bactérias diazotróficas e adubação fosfatada em mudas de mamoeiro*. Tese (Mestrado em Produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. 80 p.
- Malavolta, E., Vitti, G.C., Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 319p.
- 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. (2005) *Maracujá-doce: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes. 198p.
- Martínez, L.; Caballero-Mellado, J.; Orozco, J.; Martínez-Romero E. (2003) Diazotrophic bacteria associated with banana (*Musa* spp.). *Plant and Soil*, 257 (1): 35–47.
- Martins, M.R., Pereira Junior, J.C., Gomes, J.J.A., Rodrigues, R.C.M., Araújo, J.R.G. (2003) Avaliação de métodos de extração da mucilagem e de superação da dormência em sementes de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). Anais do 6º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, UENF/UFRRJ. 4p. (Publicação em Compact disc)
- Melloni, R.; Nogueira, M.A.; Freire, V.F.; Cardoso, E.J.B.N. (2000) Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição

mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L.) OSBECK]. *Revista Brasileira de Ciências do Substrato*, 24 (4): 767-775.

- Mendonça, V., Ramos, J.D., Pio, R., Gontijo, T.C.A., Danta, D.J., Martins, P.C.C. (2004) Formação de mudas de maracujazeiro doce com uso de fertilizante osmocote® e misturas alternativas de substratos. *Revista Ceres*, 51 (295): 383-390.
- Miyauchi, M.Y.H., Lima, D.S., Nogueira, M.A., Lovato, G.M., Murate, L.S., Cruz, M.F. Ferreira, J.M., Zangaro, W., Andrade, G. (2008) Interactions between diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungus in maize genotypes. *Scientia Agrícola*, 65 (5): 525-531.
- Moratelli, E.M., Costa, M.D., Lovato, P.E., Santos, M., Paulilo, M.T.S. (2007) Efeito da disponibilidade de água e de luz na colonização micorrízica e no crescimento de *tabebuia avellanadae* lorentz ex Griseb. (Bignoniaceae). *Revista Árvore*, 31 (3): 555-566.
- Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O. (2006) *Microbiologia e bioquímica do substrato*. Lavras: UFLA, 2º Ed, 729 p.
- Müller, S.D., Vasconcelos, S.B., Coelho, M., Biavatti, M.W. (2005) LC and UV determination of flavonoids from *Passiflora alata* medicinal extracts and leaves. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 37 (2): 399-403.
- Nóbrega, J.C.A., Lima, J.M. de, Curi, N., Siqueira, J.O., Motta, P.M.F. da. (2001). Fosfato e micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossustratos cultivados e não-cultivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36 (11): 1425-1435.
- Novais, R.F., Smyth, T.J., Nunes, F.N. (2007) Fósforo. In: Novais, R.F., Alvarez Venegas, V.H., Barros, N.F. de., Fontes, R.F.L., Cantarutti, R.B., Neves, J.C.L. (Eds.) *Fertilidade do substrato*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Substrato. p 471-550.
- Nunes, J.L.da S., Souza, P.V.D. de., Marodim, G.A.B., Fachinello, J.C. (2009) Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento do porta-enxerto de pessegueiro "Aldrighi". *Bragantia*, 68 (4): 931-940.
- Nunes, J.L.da S., Souza, P.V.D. de., Marodim, G.A.B., Fachinello, J.C. (2008) Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em porta-enxerto de pessegueiro CV okinawa. *Revista Brasileira de fruticultura*, 30 (4): 1100-1106.
- Reis, V.M.; De Paula, M.A.; Döbereiner, J. (1999) Ocorrência de micorrizas arbusculares e da bactéria diazotrófica *Acetobacter diazotrophicus* em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34 (10): 1933-1941.
- Roesch, L.F.W.; Passaglia, L.M.P.; Bento, F.M.; Triplett, E.W.; Camargo F.A.O. (2007) Biodiversidade de bactérias diazotróficas endofíticas associadas a

- plantas milho. *Revista Brasileira de Ciências do Substrato*, 31 (6): 1367-1380.
- Pereira, F. (2006) *Interação entre Fungos Micorrízicos Arbusculares e Fusarium oxysporum f.sp herbemontis nos portaenxertos de videira SO4, R-110 e 043-43*. Tese (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Santa Catarina – Sc, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSA. 89p.
- Rocha, F.S.; Saggin Junior, O.J.; Silva, E.M.R. da; Lima, W.L. de (2006) Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41 (1): 77-84.
- Ruggiero, C.; São José, A.R.; Volpe, C.A.; Oliveira, J.C.; Durigan, J.F.; Baumgartner, J.G.; Silva, J.R.; Nakamura, K.; Ferreira, M.E.; Kavati, R.; Pereira, V.P. (1996) Maracujá para exportação: Aspectos técnicos da produção, Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Embrapa-SPI, 64p. (Publicações técnicas Frupe, 19).
- Saggin Junior, O.J., Siqueira, J.O. (1995) Avaliação da eficiência simbiótica de fungos endomicorrízicos para o cafeeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Substrato*, 19 (2): 221-228.
- Sala, V.M.R.; Cardoso, E.J.B.N.; Freitas, J.G. de; Silveira, A.P.D. da. (2007a) resposta de genótipos de trigo à inoculação de bactérias diazotróficas em condições de campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (6): 833-842.
- Sala, V.M.R.; Cardoso, E.J.B.N.; Garboggini, F.F.; Nogueira, N. de L.; Silveira, A.P.D. da. (2008) *Achromobacter insolitus* and *Zoogloea ramigera* associated with wheat plants (*Triticum aestivum*). *Biology and Fertility of Soils*, 44 (8): 1107-1112.
- Sala, V.M.R.; Freitas, S. dos. S., Silveira, A.P.D. da. (2007b) Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e bactérias diazotróficas em trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (11): 1593-1600.
- Sala, V.M.R.; Freitas, S. dos. S., Donzeli, V.P.; Freitas, J.G.; Gallo, P.B.; Silveira, A.P.D. da. (2005) Ocorrência e efeito de Bactérias diazotróficas em genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Ciências do Substrato*, 29 (3): 345-352.
- Sannazzaro, A.I., Ruiz, O.A., Albertó, E.O., Menéndez, A.B. (2006) Alleviation of salt stress in *Lotus glaber* by *Glomus intraradices*. *Plant and soil*, 285 (1-2): 279-287.
- Santos, S.T.dos. (2008) Biogeografia de bactérias culturáveis associadas a fruteiras tropicais. Tese (Doutorado em biociências e Biotecnologias) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. 92 p.

- Saubidet, M.I.; Fatta, N.; Barneix, A.J. (2002) The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* on growth and nitrogen utilization by wheat plants. *Plant and soil*, 245 (2): 215-222.
- Schiavo, J.A., Martins, M.A., Rodrigues, L.A. (2009) Avaliação nutricional de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbania virgata* e *Eucalyptus camaldulensis* inoculadas com fungos micorrízicos, em casa de vegetação e em cava de extração de argila. *Acta scientiarum agronomy*, 31 (4): 701-707.
- Shiavo, J.A., Martins, M.A. (2002) Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *G. clarum* em substrato agro-industrial. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24 (2): 519-523.
- Shübler, A., Walker, C. – The Glomeromycota: A species list with new families and new genera. Disponível em: [http:// www.AMF-phylogeny.com](http://www.AMF-phylogeny.com). Acesso em: 9 de fevereiro de 2011.
- Silva, D.K.A. da., Silva, F.S.B. da., Yano-Melo, A.M., Maia, L.C. (2008) Uso de vermicomposto favorece o desenvolvimento de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L. 'Morada') associada a fungos micorrízicos arbusculares. *Acta botânica brasílica*, 22 (3); 863-869.
- Silva, E.M. (2008) *Condição micorrízica em espécies de Passiflora e efeito da simbiose na promoção do crescimento*. Tese (Mestrado em Biologia de Fungos) – Recife - PE, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, 75 p.
- Silva, M.A. da, Cavalcante, U.M.T., Silva, F.S.B. da, soares, S.A.G., Maia, L.C. (2004) Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associada a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). *Acta Botânica Brasílica*, 18 (4): 981-985.
- Silva, T.F.B.da., Santos, A.B.da.S., Rozas, C.E.de.O., Santos, A.C.da., Paiva, L.M. (2009) Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis). *Revista caatinga*, 22 (4): 1-6.
- Smith, S.E., Read, D.J. (2008) *Mycorrhizal Symbiosis*. 3^o ed. Califórnia: Academic Press, 605p.
- Soares A.F.C., Martins M.A. (2000) 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 Substrato*, 24 (3): 731-740.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006) *Plant Physiology*. 4^o ed. Massachussetts: Sinauer associates, INC., publishers, 764p.
- Tellechea, F.R.F. (2007) *Fungos micorrízicos, bactérias diazotróficas endofíticas e fósforo no crescimento e acúmulo de nutrientes em mudas de*

cana de açúcar. Tese (Mestrado em Produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF. 53 p.

Vasconcellos, M.A. da S., Brandão Filho, J.U.T., Vieites, R.L. (2001a), maracujá-doce. *In*: Bruckner, C.H., Picanço, M.C. (eds.) *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado*. Porto Alegre: Cinco continentes. P387-408.

Vasconcellos, M.A. da S., Savazali, E.D., Grassi Filho, H., Busquet, R.N.B., Mosca, J.L. (2001b) Caracterização física e quantidade de nutrientes em frutos de maracujá doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 23 (3): 690-694.

Weber, O.B.; Baldani, J.I.; Döbereiner, J. (2000) Bactérias diazotróficas em mudas de bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35 (11): 2277-2285.

Zonta, E. P., Machado, A. A., Silveira Júnior, P. (1984). *Sistema de análises estatísticas para microcomputadores (SANEST)*. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 151 p.

APÊNDICES

Tabela 1. Quadro de Anova da variável altura das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	29,89	9,96	1,74	0,16395 ^{ns}
Fósforo	3	668,03	222,67	37,05	0,00001**
Fungo	2	659,18	329,59	57,8	0,00001**
Bactéria	1	31,89	31,89	5,59	0,01967*
Fósforo*Fungo	6	1538,7	256,45	44,98	0,00001**
Fósforo*Bactéria	3	34,95	11,65	2,04	0,11444 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	143,92	71,96	12,62	0,00009**
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	8,99	1,49	0,26	0,9513 ^{ns}
Resíduo	69	393,39	5,70		
Total	95	3508,98			

Tabela 2. Quadro de Anova da variável massa seca de parte aérea das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	217,985	72,661	1,2490	0,29822 ^{ns}
Fósforo	3	19316,430	6438,810	110,676	0,00001**
Fungo	2	37362,051	18681,02	321,106	0,00001**
Bactéria	1	3,667	3,667	0,0630	0,79802 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	42653,442	7108,907	122,194	0,00001**
Fósforo*Bactéria	3	97,089	32,363	0,5563	0,64984 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	408,754	204,377	3,5130	0,03421*
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	150,094	25,015	0,4300	0,85706 ^{ns}
Resíduo	69	4014,218	58,177		
Total	95	104223,733			

Tabela 3. Quadro de Anova da variável área foliar das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	13534,7	4511,58	3,0435	0,03384 ^{ns}
Fósforo	3	322846,2	107615,4	72,5975	0,00001**
Fungo	2	738998,4	369499,2	249,2646	0,00001**
Bactéria	1	1490,5	1490,5	1,0055	0,32071 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	935604,6	155934,1	105,1933	0,00001**
Fósforo*Bactéria	3	6288,9	2096,3	1,4142	0,24497 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	20109,4	10054,7	6,7829	0,00242**
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	4035,47	672,5	0,4537	0,84075 ^{ns}
Resíduo	69	102282,6	1482,35		
Total	95	2145191,1			

Tabela 4. Quadro de Anova da variável diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	0,283	0,0944	2,1098	0,10558 ^{ns}
Fósforo	3	6,177	2,059	45,999	0,00001 ^{**}
Fungo	2	9,785	4,8925	109,287	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	0,0359	0,0359	0,8041	0,62357 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	14,395	2,3992	53,5943	0,00001 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	0,0649	0,0216	0,4839	0,9865 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	0,368	0,1841	4,1127	0,2005 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	0,1929	0,0321	0,7184	0,3805 ^{ns}
Resíduo	69	3,0889	0,0447		
Total	95	34,393			

Tabela 5. Quadro de Anova da variável massa seca de raiz das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	1200,811	400,270	7,7981	0,00031 ^{**}
Fósforo	3	5062,588	1687,529	32,8768	0,00001 ^{**}
Fungo	2	6275,419	3137,709	61,1295	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	29,654	29,654	0,5777	0,54381 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	7053,184	1175,530	22,9019	0,00001 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	8,371	2,790	0,0544	0,98249 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	25,866	12,933	0,2520	0,78117 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	500,002	83,333	1,6235	0,15315 ^{ns}
Resíduo	69	3541,696	51,328		
Total	95	23697,59			

Tabela 6. Quadro de Anova da variável colonização das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	58,2125	19,40419	1,6910	0,17564 ^{ns}
Fósforo	3	356,994	118,998	10,37	0,00006 ^{**}
Fungo	2	205322,5	102661,26	8946,3	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	4,16958	4,16958	0,3634	0,55567 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	318,011	53,00192	4,6188	0,00077 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	4,1554	1,38514	0,1207	0,94682 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	8,330417	4,1652	0,3630	0,70220 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	8,34463	1,39077	0,1212	0,99205 ^{ns}
Resíduo	69	791,7886	11,47519		
Total	95	206872,5			

Tabela 7. Quadro de Anova da variável contagem bacteriana das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	11,46	3,82009	8,1207	0,00024**
Fósforo	3	9,930	3,31012	7,0366	0,00056**
Fungo	2	2,4136	1,20683	2,5655	0,08234 ^{ns}
Bactéria	1	8,2333	8,23330	17,5022	0,00023**
Fósforo*Fungo	6	4,8998	0,8166	1,7360	0,12507 ^{ns}
Fósforo*Bactéria	3	0,7948	0,2649	0,5632	0,64525 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	0,14706	0,07353	0,1563	0,85616 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	2,44494	0,40749	0,8662	0,52526 ^{ns}
Resíduo	69	32,4587	0,47041		
Total	95	72,7830			

Tabela 8. Quadro de Anova da variável conteúdo de N das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	19,336	6,445	0,6090	0,61535 ^{ns}
Fósforo	3	519,230	173,076	16,3530	0,00001 **
Fungo	2	768,46	384,23	36,3038	0,00001 **
Bactéria	1	3,8524	3,852	0,3640	0,55532 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	3285,88	547,647	51,7441	0,00001 **
Fósforo*Bactéria	3	62,899	20,9665	1,9810	0,12353 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	73,23	36,6153	3,4596	0,03591*
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	34,966	5,8278	0,5506	0,76953 ^{ns}
Resíduo	69	730,279	10,5837		
Total	95	5498,140			

Tabela 9. Quadro de Anova da variável conteúdo de K das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	691,7379	230,579	5,1721	0,00313**
Fósforo	3	7347,4014	2449,133	54,9358	0,00001 **
Fungo	2	5981,505	2990,752	67,0847	0,00001 **
Bactéria	1	0,9636029	0,9636	0,0216	0,87829 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	20191,58	3365,264	75,4852	0,00001 **
Fósforo*Bactéria	3	147,8907	49,29692	1,1058	0,35311 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	332,545	166,272	3,7296	0,02814 *
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	306,222	51,0370	1,1448	0,34582 ^{ns}
Resíduo	69	3076,141	44,5817		
Total	95	38075,99			

Tabela 10. Quadro de Anova da variável conteúdo de P das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	0,4233	0,1411	0,4233	0,74056 ^{ns}
Fósforo	3	105,455	35,1518	105,44	0,00001 ^{**}
Fungo	2	97,264	48,632	145,88	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	0,5428	0,54285	1,628	0,20351 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	84,185	14,0309	42,0889	0,00001 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	0,906	0,3021	0,9063	0,55519 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	0,2959	0,1479	0,4439	0,64913 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	1,5397	0,2566	0,7698	0,59786 ^{ns}
Resíduo	69	23,002	0,333		
Total	95	313,616			

Tabela 11. Quadro de Anova da variável conteúdo de Ca das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	19,8645	6,621506	0,5520	0,65266 ^{ns}
Fósforo	3	2723,628	907,87630	75,689	0,00001 ^{**}
Fungo	2	3157,630	1578,8153	131,62	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	47,0092	47,0092	3,9192	0,04884 [*]
Fósforo*Fungo	6	6782,662	1130,444	94,245	0,00001 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	16,069	5,35640	0,4466	0,72440 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	51,2738	25,6369	2,1374	0,12369 ^{ns}
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	78,3429	13,05716	1,0886	0,37807 ^{ns}
Resíduo	69	827,6351	11,99471		
Total	95	13704,11			

Tabela 12. Quadro de Anova da variável conteúdo de Mg das plantas de maracujazeiro-doce aos noventa dias após o transplântio.

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob. > F
Bloco	3	0,66854	0,2228	0,2557	0,85798 ^{ns}
Fósforo	3	45,2693	15,0897	17,3134	0,00001 ^{**}
Fungo	2	508,6815	254,3407	291,8199	0,00001 ^{**}
Bactéria	1	0,43174	0,4317	0,4954	0,50909 ^{ns}
Fósforo*Fungo	6	254,2825	42,38041	48,6255	0,00001 ^{**}
Fósforo*Bactéria	3	1,31456	0,43818	0,5028	0,68581 ^{ns}
Fungo*Bactéria	2	7,089591	3,54479	4,0671	0,02086 [*]
Fósforo*Fungo*Bactéria	6	7,38205	1,23034	1,4116	0,22195 ^{ns}
Resíduo	69	60,1381	0,87156		
Total	95	885,2580			



Figura 1. Vista geral dos vasos com as mudas de maracujazeiro-doce.

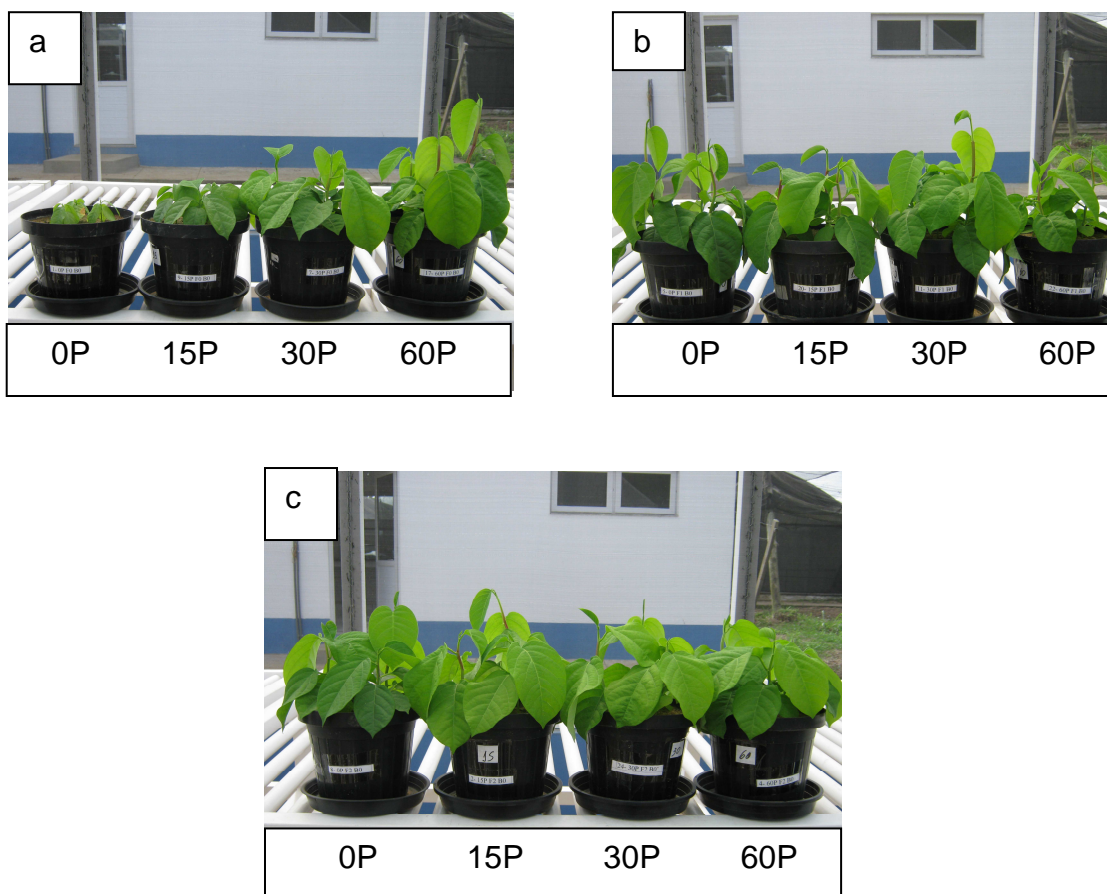


Figura 2. Vista geral dos tratamentos sem fungo (a), *G. clarum* (b) e *G. margarita* (c) e adubações fosfatadas.