

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NA PRODUÇÃO DE MARACUJAZEIRO-DOCE (*Passiflora alata* CURTIS)¹

TALITA FERNANDA BRANDÃO DA SILVA^{2*}, ÁLISON BRUNO DA SILVA SANTOS², CAROLINY EMILIA DE OLIVEIRA ROZAS², ANGELA COIMBRA DOS SANTOS², LAURA MESQUITA PAIVA²

RESUMO - A produção de mudas de maracujazeiro-doce é dificultada pela presença de solos que muitas vezes não atendem a demanda nutricional da planta, necessitando então de adubação. Uma forma de disponibilizar estes nutrientes no solo é a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Estes podem levar a uma diminuição do tempo das mudas no viveiro, antecipando o transplântio para o campo, aumentando o crescimento e a produção de frutos de qualidade. O objetivo do trabalho foi analisar o crescimento das mudas de maracujazeiro-doce de acordo com os níveis de concentração desses inoculos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial de 2 x 4, sendo: dois tratamentos de inoculação (*Gigaspora albida* Schenck & Smith e *Scutellospora heterogama* Nicolson & Gerdemann), quatro níveis de inoculação (sem inoculo; N1=100 esporos; N2= 200 esporos; N3=300 esporos) em cinco repetições. A cada trinta dias após a inoculação foram tomadas medidas de altura, diâmetro do caule e número de folhas. Após a colheita (90 dias), foram também avaliados: área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e radicular, colonização de raízes e densidade de esporos de FMA. Plantas de maracujazeiro-doce apresentaram alta dependência micorrízica quando inoculadas com *Gigaspora albida*, fungo este que proporcionou nas plantas de maracujazeiro-doce melhores respostas em relação aos parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Dependência micorrízica. *Gigaspora albida*. *Scutellospora heterogama*. Mudas.

INFLUENCE OF THE DENSITY OF ARBUSCULAR MYCCHORIZIC FUNGUS IN THE PRODUCTION OF SWEET PASSION FRUIT (*Passiflora alata* CURTIS)

ABSTRACT - The production of shifts sweet passion fruit tree (*Passiflora alata* Curtis) is hampered by the presence of soils that, sometimes, doesn't tend to nutritional demand of the plant, needing, then, fertilization. The application of Arbuscular Mycchorizic Fungus (AMF) is a way to available this nutrients in the soil. It can take to a reduction of time of the shifts in vegetation house anticipating the transplantation for the field, increasing the growth, developing the biomass of the plant and the production of fruits of quality. The aim of this work was to analyze the growth of the shifts of sweet passion fruit according to the levels of concentration of this innoculus. The experiment was conducted in casualty entirely lineation (CEL) with factorial arrangement of 2 x 4, as: 2 inoculation treatments (*Gigaspora albida* Schenck & Smith and *Scutellospora heterogramma* Nicolson & Gerdemann) x 4 levels of inoculation (without innoculus = WN/I 100 spores = N1, 200 spores = N2 and 300 spores = N3) whit 5 repetitions. In each 30 days after the innoculation were measured the height, stem diameter and number of leaves. After harvest (90 days) also were evaluated: leaf area, fresh and dry biomass of the air and radicular part, colonization of roots and density of spores of Arbuscular Mycchorizic Fungus. Plants of sweet passion fruit showed high Mycchorizic dependence when innoculated with *Gigaspora albida*, this fungus proportioned in the plants of sweet passion fruit better answers in relation to the evaluated parameters.

Keywords: Mycchorizic dependence. *Gigaspora albida*. *Scutellospora heterogama*. Seedlings.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 02/08/2008; aceito em 24/07/2009.

²Departamento de Micologia, CCB/UFPE, 50676-420 Recife-PE; brandão.talita@gmail.com

INTRODUÇÃO

O termo micorriza refere-se a uma associação mutualística formada entre certos fungos do solo e raízes da maioria das espécies vegetais, desde briófitas e pteridófitas até gimnospermas (SMITH; READ, 1997). A colonização das raízes por esses fungos e os benefícios da simbiose resultam em inúmeras melhorias no estado nutricional da planta hospedeira, onde a planta fornece fotossintatos ao fungo, e este, por meio da extensão e ramificação do seu micélio aumenta área de absorção das plantas. De acordo com a morfoanatomia das raízes colonizadas, as micorrizas são classificadas em ectomicorrizas, que apresentam características comuns a ecto e endomicorrizas que se caracterizam pela formação de arbúsculos no interior das células do córtex do hospedeiro. As endomicorrizas se subdividem em: Eriçóides, formadas por espécies de ascomycota e de Ericaceae; Orquídeides, constituídas por membros da família *Orchidaceae* e espécies de *Rhizoctonia*, entre outros fungos e as arbusculares (SILVEIRA, 1992). Fungos formadores dessa associação são conhecidos como micorrízicos arbusculares (FMA) (*Zygomycetes*, *Zygomycotina*) foram agrupados por Morton e Benny, (1990) na ordem Glomales, com base no hábito simbiótico, distribuído em três famílias e três gêneros: Gigasporaceae (*Gigaspora* e *Scutellospora*), Acaulosporaceae (*Acaulospora* e *Entrophospora*) e Glomaceae (*Glomus* e *Sclerocystis*). Recentemente Morton e Redecker, (2001) descreveram duas novas famílias, Archaeosporaceae e Paraglomaceae, cada uma com um novo gênero *Archaeospora* e *Paraglomus*, com base em estudos moleculares e caracteres morfológicos.

Os FMA produzem benefícios em numerosas plantas, resultantes de melhorias no estado nutricional, melhor utilização e conservação de nutrientes no sistema, redução de perdas por estresses de natureza biótica: pragas e doenças (BAGYARAJ, 1986) ou abióticas: desbalanço nutricional, déficit hídrico, modificações fisiológicas e bioquímicas (ZAMBOLIM et al., 1992). Atribui-se a proporção do aumento no crescimento da planta a capacidade que os fungos micorrízicos têm de absorver nutrientes do solo, principalmente aqueles de baixa mobilidade (COLOZZI-FILHO; BALOTA, 1994).

A utilização de FMA na produção de culturas de interesse econômico é importante, pois, quando micorrizadas, as mudas desenvolvem-se precocemente, ficando mais adaptadas ao transplantio ao campo (SAGGIN-JÚNIOR; LOVATO, 1999). Dentre os grupos vegetais, as fruteiras são conhecidas por serem beneficiadas pela associação micorrízica arbuscular, todavia existem diferenças no grau de micotrofismo que é refletido geralmente no crescimento vegetal.

Maracujazeiros com alta produtividade de frutos são obtidos com a utilização de mudas de qualidade, que são em geral produzidas com a adição de

adubos orgânicos e/ou químicos (RUGGIERO et al., 1996). *Gigaspora albida*, *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* contribuíram para incrementar o desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo reduzindo o tempo de produção (CAVALCANTE et al., 2002). O maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) produz frutos ainda pouco difundidos no mercado, que atingem preços relativamente altos para o consumidor das classes alta e média, constituindo uma cultura rentável, que vem crescendo nos últimos anos (VASCONCELLOS et al., 2001). Atualmente a propagação desse maracujazeiro é feita por via sexuada, ou seja, por sementes e segundo Vasconcellos et al. (2001), a cultura necessita de pesquisas em todas as áreas, inclusive em relação à formação das mudas.

A inoculação com FMA pode ser uma importante ferramenta biotecnológica, para melhorar a adaptação, reduzir o estresse do transplantio e beneficiar o desenvolvimento de mudas desta fruteira. O presente trabalho teve por objetivo definir espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e os respectivos níveis ótimos de concentração de inóculo para promover maior crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no laboratório de Micorrizas do Departamento de Micologia, CCB/UFPE. Sendo diariamente registradas temperatura e umidade relativa do ar, em termohigrômetro digital. Como substrato foi utilizado solo Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico, esterelizado 20 dias antes da utilização, por fumigação com Bromex (brometo de metila 980 g. Kg⁻¹). Análises física e química do solo foram realizadas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa e Agropecuária (IPA). O solo, do tipo franco arenoso, tem as seguintes características: pH 5,7; P 4 mg.dm⁻³; 1,9; 0,7; 0,12; 0,10; 0,06 cmolc. dm⁻³ respectivamente de Ca, Mg, K, Al, Na.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com arranjo fatorial de 2 x 4, sendo: dois tratamentos de inoculação (*Gigaspora albida* Schenck & Smith e *Scutellospora heterogama* Nicolson & Gerdemann) e quatro níveis de inoculação (sem inóculo= S/I, 100 esporos= N1, 200 esporos= N2 e 300 esporos= N3), em cinco repetições, totalizando 40 vasos.

Foram utilizados os isolados de *Gigaspora albida* (UFPE- 01), *Scutellospora heterogama* (UFPE-19). Os FMA foram multiplicados em painço (*Panicum miliacium* L.).

Mudas de *Passiflora alata* Curtis foram obtidas a partir da germinação de sementes uniforme, desinfestadas com hipoclorito de sódio (0,05% por 2 minutos), e semeadas em copos plásticos de 50 mL, contendo como substrato solo esterilizado. Plântulas

com duas folhas definitivas foram colocadas em potes plásticos de 500g e inoculados na região da raiz com solo inóculo.

A cada trinta dias após a inoculação foram tomadas medidas de altura, diâmetro do caule e número de folhas. Após a colheita (90 dias), foram também avaliados: área foliar, biomassa fresca e seca da parte aérea e radicular, colonização de raízes e densidade de esporos de FMA na rizosfera.

Para minimizar os efeitos da deficiência mineral do substrato, as plantas receberam aplicações semanais de solução nutritiva de Jarstfer e Sylvia (1992), a solução consta de 15 mL de KNO_3 ; 15 mL de $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$; 4,5 mL de NaFe EDTA; 3 mL de NaCl; 10 mL de micronutrientes; e 3 mL de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; isenta de P.

As raízes foram utilizadas para avaliação da colonização. As quais foram lavadas, clarificadas com KOH (10%) coradas com azul de Trypan (PHILLIPS; HAYMAN, 1970), lavadas mais uma vez para retirada do excesso de corante, e feitas cinco lâminas com dez fragmentos de raiz para cada lâmina, onde foram avaliadas quanto à porcentagem de colonização (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980). A parte aérea e radicular foi colocada em estufa de circulação de ar (65 °) até o peso constante para a determinação da biomassa seca.

O solo foi homogeneizado e alíquotas de 50g foram usadas para avaliação da densidade de esporos no solo, após extração por peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) utilizando peneiras com aberturas de 0,105 e 0,045 μm , seguido de centrifugação em água e sacarose 40% (JENKINS, 1964). Ao final da centrifugação os es-

poros foram recolhidos em peneiras e colocados em placa canaletada, para contagem em microscópio estereoscópico (40x).

Os dados foram submetidos a análises de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de TUKEY ($P < 0,05$). Para análise de regressão foi utilizado o programa NTIA (Embrapa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de agosto a novembro/2003 à temperatura ambiente em casa de vegetação variou de: mínima 20–31 °C e máxima 30 – 42 °C. Enquanto que a umidade relativa do ar variou entre: mínima 25–58% e máxima 71–94%.

Aos 30 e 60 dias foram observados que as mudas inoculadas com *G. albida* com 200 esporos apresentaram maior altura em relação às mudas inoculadas com 100 e 300 esporos e as não inoculadas. No maracujazeiro-amarelo o crescimento é favorecido na associação com FMA (*G. albida* e *S. heterogama*) em solos com baixas ou médias quantidades de P, sendo esta cultura extremamente dependente quando em níveis de 4 mg/dm^3 , Cavalcanti et al. (2001a). Em relação à inoculação com *S. heterogama* não foi observado nenhuma diferença significativa quanto à altura das mudas de maracujazeiro-doce (Figura 1). O diâmetro e o número de folhas não apresentaram diferença significativa em nenhum tratamento e tempo analisado.

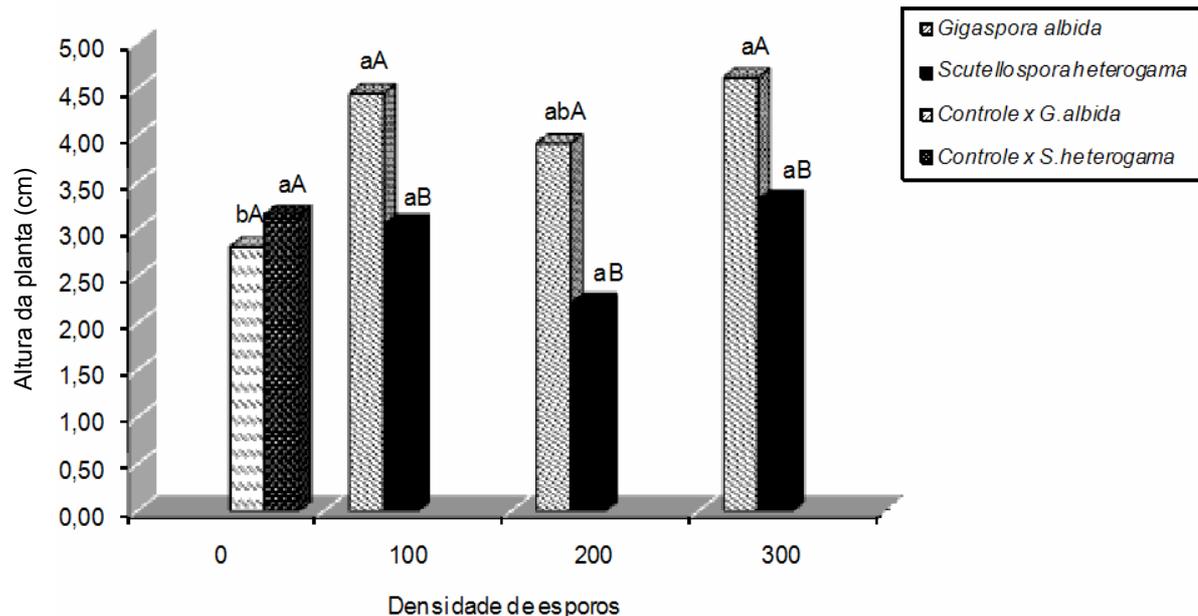


Figura 1. Altura das plantas de maracujazeiro-doce aos 60 dias não inoculadas e inoculadas com *Gigaspora albida* e *Scutellospora heterogama*, em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

O desenvolvimento dos maracujazeiros aos 90 dias foi beneficiado pela inoculação dos FMA, sendo *G. albida* mais eficiente na altura e formação de gavinhas.

Em relação à biomassa fresca da parte radicular *G. albida* diferenciou de *S. heterogama* e das mudas não inoculadas (Tabela 1). Resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2001) onde *G. albida* proporcionou incrementos de 2138% na biomassa fresca da parte aérea, 1430% na biomassa seca da

parte aérea, 1937% na biomassa fresca da raiz e 2671% na área foliar das mudas. A área foliar e a biomassa seca da parte radicular e foliar das plantas inoculadas com *G. albida* e *S. heterogama* diferiram significativamente das plantas não inoculadas. A biomassa seca da parte aérea e área foliar atingiram valores máximos com 300 esporos/planta, independente da espécie de FMA (CAVALCANTE et al., 2002).

Tabela 1. Efeito de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) sobre biomassa fresca da raiz (BFR), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca da parte aérea (BSA), área foliar (AF) e densidade de esporos (DE) no crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata*) aos 90 dias após a inoculação em casa de vegetação.

Tratamentos	Parâmetro avaliados				
	BFR (g)	BSR (g)	BSA (g)	AF (cm ²)	DE (n°/50g de solo)
<i>Gigaspora albida</i>	6,00 a	0,55 a	4,30 a	654,99 a	177,42 a
<i>Scutellospora heterogama</i>	4,25 b	0,45 a	3,26 a	622,60 a	196,15b
Controle	1,56 b	0,15 b	2,76b	207,75 b	0,00 c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Várias culturas quando associadas ao gênero *Gigaspora* são beneficiadas, como em mudas de maracujazeiro-amarelo a inoculação de *G. albida*, *G. margarita*, e *Glomus etunicatum* beneficiou o crescimento, o que não ocorreu nas mudas associadas a *S. heterogama* e *A. longula*, que se comportaram de modo similar ao controle (CAVALCANTI et al., 2002). No maracujazeiro-doce, o aumento no crescimento só ocorreu em mudas associadas a *G. albida*. Chu et al. (2001) tiveram maior incremento no crescimento das mudas de gravioleiras inoculadas com *G. margarita*. O mesmo ocorreu com mamoeiro x *G. margarita* (TRINDADE et al., 2001).

Observou-se crescimento progressivo das plantas até os 70 dias, quando atingiram a altura ideal (15 cm), com presença de gavinhas, critério referido como condição para o transplântio (RUGGIERO et al., 1996).

O tipo de substrato influencia a simbiose, principalmente devido à quantidade de nutrientes disponíveis no solo, o P é um dos mais importantes nessa associação. De acordo com Silva et al. (2001) verificaram maior aumento em maracujazeiro-amarelo cultivado em vermiculita e inoculado com FMA do que com substrato rico em nutrientes (Plantmax^R).

A porcentagem de colonização das raízes de maracujazeiro-doce não apresentou diferença significativa quando inoculadas com 100 e 200 esporos de *G. albida* e *S. heterogama*. Entretanto, as plantas inoculadas com 300 esporos de *G. albida* apresentaram maior porcentagem de colonização após 90 dias inoculação (Figura 2). A inoculação com *Scutellospora heterogama* promoveu resposta tardia em rela-

ção aos isolados inoculados com *Gigaspora albida*, em mudas de maracujazeiro-amarelo o benefício da simbiose só é evidenciado a partir dos 50 dias após a inoculação, onde *Gigaspora albida* promoveu maiores resultados que *Scutellospora heterogama*, *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum*, Cavalcanti (2002).

Silveira et al., (2003) analisaram o desempenho de FMA na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes substratos, e observou que a maior porcentagem de colonização radicular foi obtida com *G. clarum* que superou significativamente os demais fungos.

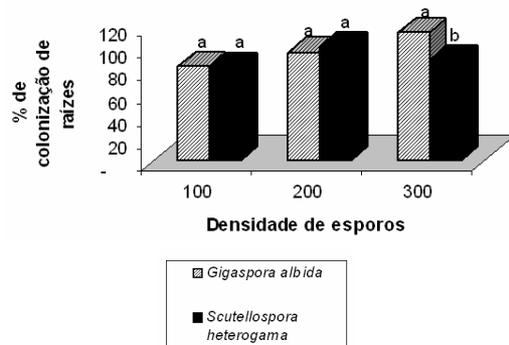


Figura 2. Porcentagem de colonização de raízes de maracujazeiro-doce por *Gigaspora albida* e *Scutellospora heterogama* em relação à densidade de esporos (100, 200 e 300) após 90 dias de inoculação em casa de vegetação. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

CONCLUSÕES

A inoculação com 200 esporos/planta de isolados de *Gigaspora albida* proporcionam maior altura nas plantas de maracujazeiro-doce;

As plantas de maracujazeiro-doce respondem melhor a inoculação com *Gigaspora albida*, mostrando-se bastante dependente da micorrização;

Os isolados de *Scutellospora heterogama* apresentam níveis de baixa colonização nas raízes de maracujazeiro-doce;

Por proporcionar maior vigor à planta e reduzir o tempo necessário para o transplante de mudas de maracujazeiro-doce para o campo, *Gigaspora albida* é o mais promissor para a inoculação neste hospedeiro.

REFERÊNCIAS

BAGYARAJ, D.J. Biologia interactions with VA mycorrhizal fungi. In: POWELL, C.L.; BAGYARAJ, D.J. **VA Mycorrhiza**. Boca Raton: CRC Press, p. 131-153, 1986.

CAVALCANTE, U.M.T.; MAIA, L.C.; MELO, A.M.M.; SANTOS, V.F. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.5, p.643-649, 2002.

CHU, E.Y.; MÜLLER, M.R.; CARVALHO, J.G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de graviola em solo fumigado e não fumigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.4, p.671-680, 2001.

COLOZZI-FILHO, A.; BALOTA, E.L. Micorrizas arbusculares. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA – Serviço de Produção, p. 383 – 418, 1994.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone species* extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of British Mycological Society**, v.46, p.235-244, 1963.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, v.84, p.489-500, 1980.

JARSTFER, A.G.; SYLVIA, D.M. Inoculum production and inoculation strategies for vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: **Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management**. Ed. B. Metting. New York, Marcel Dekker, Inc. p.349-377, 1992.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-floation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v.48, p.692, 1964.

MORTON, J.B.; BENNY, G.L. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. **Mycotaxon**, v.37, p.471 – 491, 1990.

MORTON, J.B.; REDECKER, D. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. **Mycologia**, v.93, n.1, p.181-195, 2001.

PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. **British Mycological Society Transactions**, v.55, p.158-161, 1970.

RUGGIERO, C. et al. Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Rural, Brasília, Brasil, Embrapa – Spi, Publicações Técnicas Frupex, v.19, p.64, 1996.

SAGGIN-JUNIOR, O.J.; LOVATO, P.E. Aplicação de micorrizas na produção de mudas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J.O. et al. (Eds.) **Inter-relação Fertilidade, Biologia do Solo e Nutrição de Plantas**. Lavras: SBCS, UFLA, DCS, p.725-773, 1999.

SILVA, R.P.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, n.2, p.377-381, 2001.

SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (eds.) **Microbiologia do Solo**. Campinas, Sociedade Brasileira Ciência Solo, p.258-282, 1992.

SILVEIRA, A.P.D. et al. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. **Revista Bragantia**, v.62, n.1, p.89-99, 2003.

SMITH, S.E.; READ, D.J. **Mycorrhizal Symbiosis**. Second edition. Califórnia: Academic Press, p.605, 1997.

TRINDADE, A.V.; SIQUEIRA, J.O.; ALMEIDA, F.P. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasi-**

leira, v.36, n.12, p.1485–1494, 2001.

VASCONCELOS, M.A.S.; BRANDÃO FILHO, J.U.T.; VIEITES, R.L. Maracujá-doce. In: BRUNCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. Maracujá: tecnologia da produção, pós-colheita, agroindústria, mercado (Eds.). Porto Alegre: **Cinco Continentes**, p.33-49, 2001.

ZAMBOLIM, L.; REIS, M.A.; COSTA, L.M. 9 para multiplicação de inóculo do fungo micorrízico vesículo-arbuscular *Glomus etunicatum*. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, n.1, p.28-31, 1992.