**FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA COMPOSIÇÃO
DO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
MICORRIZADAS DE MARACUJAZEIRO**

MARGARETH MEIRELES BENTO
Engenheira Agrônoma

Orientadora: Dr^a. ADRIANA PARADA DIAS DA SILVEIRA

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área
de Concentração: Microbiologia Agrícola.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1997

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Bento, Margareth Meireles

Fontes de matéria orgânica na composição do substrato para produção de mudas micorrizadas de maracujazeiro / Margareth Meireles Bento.- - Piracicaba, 1997.
59 p.: il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Maracujá 2. Matéria orgânica 3. Micorriza 4. Muda (produção) 5. Substrato I.
Título

CDD 634.425

**FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA COMPOSIÇÃO
DO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS
MICORRIZADAS DE MARACUJAZEIRO**

MARGARETH MEIRELES BENTO

Aprovada em: 27.05.1997

Comissão julgadora:

Dra. Adriana Parada Dias da Silveira

IAC/SP

Prof. Dr. Jorge de Castro Kiehl

ESALQ/USP

Dr. Ronaldo Severiano Berton

IAC/SP

**Dra. Adriana Parada Dias da Silveira
Orientadora**

Aos meus queridos pais
Cícero Bento Neto e
Josefa Meireles Bento,
pelo apoio, respeito e dedicação de suas vidas
na minha formação profissional e pessoal.

Dedico

Aos meus irmãos: Vanderlei e Bernadete e
aos meus cunhados: Mirian e João
pelo interesse e incentivo em todos os passos dessa caminhada.

Aos meus sobrinhos Sérgio, Alessandra, Vinicius e Guilherme,
ideais de minha vida.

Ofereço

“Seja qual seja a experiência, convence-te de que Deus está conosco em todos os caminhos. Isso não significa omissão de responsabilidade ou exoneração da incumbência de que o Senhor nos revestiu. Não há consciência sem compromisso, como não existe dignidade sem lei. Ninguém recebe talentos da vida para escondê-los em poeira ou ferrugem. Confia, segue, trabalha e constrói para o bem. E guarda a certeza de que, para alcançar a felicidade, se fazes teu dever, Deus faz o resto.”

EMMANUEL

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de inspiração, amor e energia, por estar sempre ao meu lado me iluminando e guiando meus passos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Instituto Agrônomo de Campinas, que possibilitou a realização desta pesquisa.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudo.

À Dr^a. Adriana Parada Dias da Silveira, pela orientação, inestimável contribuição prestada à minha formação profissional.

À Chefe da Seção de Microbiologia do Solo do IAC, Dr^a. Maria Luiza Lombardi, pela compreensão, incentivo, confiança e oportunidade.

À Dr^a. Laura Maria Molina Meletti pelos ensinamentos, amizade, sugestões e críticas ao trabalho.

A todos os funcionários da Seção de Microbiologia do Solo, em especial, a Sr^a. Hilda Queiroz da Silva e Sr. Lázaro de Oliveira pelo constante apoio.

A todas as estagiárias da Seção de Microbiologia do Solo pelo auxílio, amizade e agradável convívio.

À Prof^a. Dr^a. Elke J. B. N. Cardoso e funcionários do Laboratório de Microbiologia de Solo pela atenção e apoio estrutural.

Aos professores e funcionários da ESALQ, que direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos eternos amigos: Cecilia Gladys Diaz, Teresinha Costa Silveira de Albuquerque e Juan Pérez pelo carinho, auxílio imprescindível na execução deste trabalho, incentivo e pelos momentos felizes que compartilhamos.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	v
RESUMO.....	vi
SUMMARY.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Fontes de matéria orgânica para composição do substrato	3
2.2. Associação micorrízica em plantas frutíferas.....	7
2.3. Substratos e associação micorrízica na formação de mudas.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Planta	17
3.2. Substrato básico	17
3.3. Fontes de matéria orgânica.....	17
3.4. Inóculo de fungo micorrízico arbuscular (FMA)	18
3.5. Instalação e realização dos experimentos.....	18
3.6. Experimentos realizados.....	19
3.6.1. Experimento 1 - Fontes e doses de matéria orgânica	19
3.6.2. Experimento 2 - Fontes de matéria orgânica em substrato básico fumigado.....	20
3.6.3. Experimento 3 - Fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada em substrato básico não fumigado	21
3.7. Variáveis analisadas	22
3.8. Análise estatística.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1. Fontes e doses de matéria orgânica.....	24
4.1.1. Altura.....	24

4.1.2. Massa de matéria seca da parte aérea.....	28
4.1.3. Porcentagem de comprimento de raiz colonizada	30
4.1.4. Teor de fósforo nas plantas.....	31
4.1.5. Quantidade acumulada de fósforo.....	33
4.1.6. Eficiência de utilização do fósforo (EUF)	35
4.2. Fontes de matéria orgânica em substrato básico fumigado.....	37
4.2.1. Altura das plantas, massa de matéria seca da parte aérea e porcentagem de comprimento de raiz colonizada	37
4.2.3. Teor, quantidade acumulada de fósforo e eficiência de utilização de fósforo.....	39
4.3. Fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada em substrato básico não fumigado	41
4.3.1. Altura das plantas, massa de matéria seca da parte aérea e porcentagem de comprimento de raiz colonizada	41
4.3.2. Teor, quantidade acumulada e eficiência de utilização de fósforo.....	44
5. CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

LISTA DE FIGURAS

		Página
01	Altura de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B) inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	25
02	Plantas de maracujazeiro cultivadas com doses crescentes de composto de lixo urbano (%), colonizadas (A) e não colonizadas (B) por fungos micorrízicos.....	26
03	Plantas de maracujazeiro cultivadas com doses crescentes de esterco de curral curtido (%), colonizadas (A) e não colonizadas (B) por fungos micorrízicos.....	27
04	Massa de matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	29
05	Porcentagem de comprimento de raiz colonizada de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano e esterco de curral curtido, inoculados com fungos micorrízicos.....	30

06	Teor de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	32
07	Quantidade acumulada de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e de esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	34
08	Eficiência de utilização de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	36
09	Altura das plantas (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e porcentagem de comprimento de raiz colonizada (C) de mudas de maracujazeiro cultivadas em substratos com diferentes fontes de matéria orgânica, inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	38
10	Teor (A), quantidade acumulada(B) e eficiência de utilização de fósforo (C) da parte aérea de mudas de maracujazeiro cultivadas em substratos com diferentes fontes de matéria orgânica, inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.....	40

11	Altura das plantas (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e porcentagem de comprimento de raiz colonizada de mudas de maracujazeiro cultivadas em diferentes substratos não fumigados, inoculados e não inoculados por FMAs.....	42
12	Teor (A), quantidade acumulada (B) e eficiência de utilização de fósforo (C) da parte aérea de mudas de maracujazeiro cultivadas em diferentes substratos não fumigados, inoculados e não inoculados por FMAs.....	45

LISTA DE TABELAS

		Página
01	Características químicas dos substratos utilizados no experimento 1.....	20
02	Características químicas dos substratos utilizados no experimento 2.....	21
03	Características químicas dos substratos utilizados no experimento 3.....	22

FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA NA COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS MICORRIZADAS DE MARACUJAZEIRO

Autor: MARGARETH MEIRELES BENTO

Orientadora: Dra. ADRIANA PARADA DIAS DA SILVEIRA

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo adequar o substrato para a formação de mudas micorrizadas de maracujazeiro, através da adição de fontes e doses de matéria orgânica. O primeiro experimento, em esquema fatorial 2x6x2, utilizou como substrato básico uma mistura 2:1 de solo (Latossolo Roxo) e areia, fumigado com brometo de metila, sendo: 2 fontes de matéria orgânica (composto de lixo urbano e esterco de curral curtido), 6 doses crescentes de cada matéria orgânica (0, 5, 10, 20, 30 e 40%), inoculado ou não com uma mistura de FMAs: *Glomus clarum* (IAC - 16), *Glomus* sp. (IAC - 28), *Glomus etunicatum* (IAC - 42) e *Glomus macrocarpum* (IAC - 50). O segundo, em esquema fatorial 7x2, empregou o mesmo substrato básico, sendo: 5 fontes de matéria orgânica na dose de 10% (esterco de curral curtido, composto de lixo urbano, vermicomposto de lixo urbano, húmus de minhoca e composto orgânico comercial), o substrato básico (controle) e a adubação recomendada (40% de esterco de curral e 0,44g de superfostato triplo Kg⁻¹ substrato), inoculado ou não com a mesma mistura de FMAs. O terceiro, em esquema fatorial 7x2, empregou o mesmo substrato básico mas não fumigado, sendo: 7 tratamentos de adubação (40% de esterco de curral curtido, 10% de esterco de curral curtido, 10% de composto de lixo urbano, 10% de vermicomposto de lixo urbano, 0,44g ST Kg⁻¹ e 0,22g ST Kg⁻¹ de substrato), inoculado ou não com a mesma mistura de FMAs.

Aos 90 dias após desbaste, as plantas foram colhidas e determinou-se: altura, massa de matéria seca da parte aérea, porcentagem de comprimento de raiz colonizada, teor e quantidade acumulada de fósforo na parte aérea e índice de eficiência de utilização de fósforo. As plantas somente responderam ao substrato com composto de lixo urbano quando micorrizadas. Houve efeito da micorrização a partir da dose de 10% de esterco de curral ao substrato. A adição de 10% de esterco de curral, 10% de composto de lixo urbano, 10% de composto orgânico comercial e 10% de húmus de minhoca promoveram maior desenvolvimento das plantas micorrizadas. Entretanto, a micorrização não se igualou ao efeito do emprego de 40% de esterco de curral, o qual causou o melhor crescimento e vigor das mudas. Os fungos micorrízicos arbusculares introduzidos nos substrato com adição de 10% de esterco de curral, 10% de composto de lixo urbano e $0,22\text{g ST Kg}^{-1}$ de terra causaram maior crescimento das plantas que os fungos nativos.

ORGANIC COMPOSTS AS SUBSTRATE FOR MYCORRHIZAL PASSION-FRUIT SEEDLINGS PRODUCTION

Author: MARGARETH MEIRELES BENTO

Adviser: Dra. ADRIANA PARADA DIAS DA SILVEIRA

SUMMARY

The purpose of this work was to adequate the passion-fruit seedlings production substrate to obtain mycorrhizal seedlings by the addition of different kinds and amount of composted organic matter. The first experiment, in a factorial design $2 \times 6 \times 2$, was used as a basic substrate a 2 soil (latossol roxo): sand mixture, fumigated with methyl bromide, and consisted of two organic composts (dairy manure and urban waste compost), six increasing amounts of each one (0, 5, 10, 20, 30, and 40%), inoculated or not with mixture of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF): *Glomus clarum* (IAC-16), *Glomus* sp. (IAC-28), *Glomus etunicatum* (IAC-42) and *Glomus macrocarpum* (IAC-50). The second one, in a factorial design 7×2 , was used the same basic substrate, and consisted of five different organic composts of 10% (dairy manure, urban waste compost, urban waste compost digested by earthworm, commercial compost and compost digested by earthworm), the basic substrate (control) and the recommended fertilization (dairy manure of 40% and 0,44g of triple superphosphate Kg^{-1} substrate), inoculated or not with the AMF mixture. The third one, is a factorial design 7×2 , was used the same basic substrate but not fumigated, and consisted of seven fertilization treatments (dairy manure of 40%, dairy manure of 10%, urban waste compost at 10%, urban waste compost digested by earthworm of 10%, 0,44g TSP Kg^{-1} and 0,22g TSP kg^{-1} substrate),

inoculated or not with the AMF mixture. altura, massa de matéria seca da parte aérea, porcentagem de comprimento de raiz colonizada, teor e quantidade acumulada de fósforo na parte aérea e índice de eficiência de utilização de fósforo Plants were harvested at 90 days after trimming and were determined the plant height, shoot dry weight, root colonization, P content and utilization index of P. Just mycorrhizal plants were able to have a adequate growth when urban waste compost was added to the substrate. Dairy manure increased the mycorrhizal plant growth when applied in doses of 5 and 10%. The addition of dairy manure at 10%, urban waste compost at 10%, commercial compost at 10% and compost digested by earthworm at 10% increased the mycorrhizal plants growth. However, the growth of mycorrhizal and non mycorrhizal plants promoted by addition of dairy manure at 40% was much higher. The inoculation of AMF to the non-fumigated substrate promoted higher plant growth than the native fungi, when dairy manure at 10%, urban wast compost at 10% and 0,22g TSP Kg⁻¹ were applied.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o primeiro produtor mundial de maracujá, com uma área plantada de 30.394 hectares, em 1993, distribuídas entre os Estados do Pará, Bahia, Sergipe, São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Ceará (Anuário Estatístico do Brasil, 1995).

No Estado de São Paulo, os cultivos comerciais começaram nos anos 60, atingindo sua maior expansão nos anos 90, em substituição aos plantios de café. A área de plantio passou de 180ha para 1.260ha durante os anos 80. Atualmente, estima-se que estejam plantados em torno de 5 mil hectares, dos quais 2.800ha estão em produção. A produtividade obtida nos plantios comerciais de maracujazeiro oscila de 22 a 30t ha⁻¹, havendo, entretanto, produtores que atingem até 60t ha⁻¹, de acordo com Silva.¹

Para acompanhar a expansão da cultura e impulsionar o cultivo em maior escala, é necessário um aumento de produção de mudas nos viveiros e uma redução nos custos de produção. Como a formação de mudas de maracujazeiro é comercialmente realizada em viveiros, há um grande potencial para a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), sendo amplamente conhecidos os benefícios que a micorrização promove à planta. Do ponto de vista econômico, é uma prática muito interessante, pois pode levar à redução no uso de insumos, pelo aumento na eficiência da adubação e de defensivos agrícolas (Maronek et al., 1981). Além disso, pode aumentar a

¹ SILVA, J.R. Comunicação pessoal, 1997.

resistência das plantas a patógenos e a sobrevivência das mudas no transplante para o campo.

No geral as espécies frutíferas exibem alto micotrofismo e dependência micorrízica (Hughes, 1978; Cardoso et al., 1986; Lin, 1986; Martinez et al., 1989; Silva et al., 1991; Oliveira et al., 1994; Azevedo et al., 1995), pois o mecanismo de absorção de nutrientes promovido pela micorriza assume grande relevância em tais plantas, devido ao sistema radicular pouco fasciculado e à escassez de raízes finas (Baylis, 1975). Quanto ao maracujazeiro, já foram observados efeitos positivos da micorrização na formação de mudas (Lin, 1986; Graça, 1990).

É importante ressaltar que entre os vários fatores que podem interferir na simbiose, um dos mais importantes é o substrato, principalmente quanto ao nível de fósforo disponível (Lin et al., 1987; Cardoso et al., 1986), o qual pode ser alterado através da adubação fosfática ou pela adição da matéria orgânica (Trindade et al., 1996). Assim, a adequação do substrato é um passo imprescindível no desenvolvimento da planta micorrizada, pois a infectividade e a eficiência do fungo micorrízico variam em função do seu nível de fertilidade,

Os objetivos deste trabalho foram avaliar o efeito de diferentes fontes e doses de matéria orgânica adicionadas ao substrato e a interação entre fungos micorrízicos nativos e introduzidos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fontes de matéria orgânica para composição do substrato

O substrato ideal é aquele que proporciona adequada nutrição da planta, proteção das raízes contra a desidratação e formação de um sistema radicular vigoroso, de forma a garantir a máxima sobrevivência das mudas quando transplantadas para o campo e um adequado crescimento inicial.

A matéria orgânica adicionada ao solo favorece inúmeros processos microbiológicos relacionados com a mineralização e liberação de nutrientes para as plantas, a fixação do nitrogênio no solo (simbiótica e não simbiótica), a decomposição de resíduos orgânicos e a melhoria das qualidades físicas do solo, tais como desenvolvimento da estrutura e estabilidade dos agregados, o que vem causar benefícios no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Estudos sobre a influência de fontes de matéria orgânica adicionadas aos substratos nas culturas durante a fase de produção de mudas, sejam frutíferas, plantas ornamentais ou florestais, são de interesse para os viveiristas, do ponto de vista técnico-econômico, já que o substrato assume um importante papel na otimização do processo de obtenção da muda.

Uma das fontes de matéria orgânica, que pode ser utilizada no preparo de substratos, é o composto de lixo urbano que consiste no produto da decomposição aeróbia de restos de origem animal e vegetal, que foram consumidos pela população, sendo a fração putrescível do lixo urbano.

A quantidade de matéria orgânica putrescível encontrada no lixo urbano de algumas capitais do Brasil pode representar de 20 a 51% do total coletado, sendo constituída, em média, por 32,9% de celulose, 12,5% de lignina, 9,6% de proteína do material úmido, que servirão de substrato para os microrganismos no processo de decomposição (Berton, 1996).

Com relação à composição do composto de lixo urbano, Kiehl e Porta (1979), observaram em diversos compostos de usinas de processamento que a determinação do pH apresentou valores maiores que 6,0 e as quantidades de P e Ca foram adequadas com concentrações acima de 0,2% e 1,4%, respectivamente. Berton (1996) constatou pela análise de dois compostos de lixo que os valores de N foram baixos, com concentrações inferiores a 1,1%, Mg foi de 0,2% e a relação C/N variou de 11 a 29, favorecendo a imobilização do nitrogênio naquele em que a relação foi superior a 23. Cravo (1995) comenta que somente 10% a 15% do nitrogênio total do composto de lixo está disponível, o que é considerado baixo para o desenvolvimento adequado das plantas.

O índice de pH de um composto de lixo devidamente curado deve apresentar sempre reação alcalina ou perto da neutralidade e a utilização de substratos à base deste composto na produção de plantas exige cuidados quando os valores de pH são superiores a 7. No entanto, isto não descarta a possibilidade de sua utilização nos viveiros por apresentar características positivas, como a adequada retenção de umidade, aumentando a quantidade de água disponível para as plantas, satisfatória capacidade de troca catiônica (CTC) e por ser um reservatório de nutrientes (Backes & Kämpf, 1991).

O composto de lixo urbano também possui vários micronutrientes como Zn, Mn e Cu, que podem ser liberados para as plantas com o tempo, reduzindo ou mesmo eliminando a aplicação destes via fertilizante mineral, dependendo da dose aplicada. Entretanto, o lixo urbano, quando indevidamente coletado e separado, pode apresentar teores elevados

destes micronutrientes e também de outros metais pesados, como chumbo, cromo, cádmio e níquel, que uma vez adicionados ao solo podem ser absorvidos pela planta, entrando assim na cadeia alimentar (Berton, 1996).

O esterco de curral é constituído de excrementos sólidos e dejectões líquidas de animais, juntamente com a palha ou materiais utilizados como cama nos currais e cocheiras, os quais passam por processo de decomposição resultando no esterco de curral curtido. A importância do esterco como fertilizante depende do grau de decomposição em que se encontra a matéria orgânica e também do teor que ele apresenta em elementos minerais essenciais às plantas. No entanto, o seu principal valor está no fato de contribuir para melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo (Jorge, 1983). O esterco de bovino curtido, em avaliações realizadas por Berton (1996), apresenta, em geral, elevadas concentrações de todos os nutrientes, como fósforo (1,8%), potássio (3,2%), cálcio (3,0%) e magnésio (0,9%), sendo considerado fonte de nitrogênio (2,2%) para as culturas, seu constituinte mais importante, com uma relação C/N de 21.

O húmus de minhoca ou vermicomposto é o excremento trabalhado pelo aparelho digestivo da minhoca, que apresenta teores elevados de matéria orgânica e sais minerais. As minhocas na compostagem promovem estabilização dos materiais orgânicos e os vermicompostos, geralmente, apresentam maior quantidade de carbono na forma humificada em consequência da mineralização secundária muito lenta, não suprimindo as exigências nutricionais a curto prazo das culturas, especialmente nitrogênio (Aquino et al., 1994).

O vermicomposto pode ser formado a partir de diversos compostos orgânicos, tais como esterco de curral e composto de lixo urbano, pois as minhocas nutrem-se de matéria orgânica em decomposição. O processamento de compostos orgânicos por minhocas além de estreitar a relação

C/N (8/1), não havendo imobilização do nitrogênio pelos microrganismos do solo, aumenta a CTC do composto que é uma propriedade importante na retenção de nutrientes pelo solo. No entanto, em análise realizada na Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no IAC em húmus de minhoca, observou-se redução nas concentrações da maioria dos nutrientes (N-0,7%; P-0,2%; K-0,1%; Mg-0,1%) em relação ao esterco de curral curtido, mantendo-se apenas o cálcio com uma concentração de 3,4%. Do ponto de vista fermentativo, é um produto orgânico estável (pH=7), não mais sujeito à fermentação. Apresenta alta quantidade de colóides, que em conjunto com os minerais de argila, formam um complexo argilo-húmico, responsável pela agregação e estruturação do solo. De acordo com MINHOCAS: a fábrica de adubos... o húmus é um produto de baixa densidade, inodoro e com pH neutro, podendo ser colocado em contato direto com as sementes ou raízes das plantas (1989).

Os compostos orgânicos comerciais são constituídos de restos de materiais vegetais e animais, os quais são colocados para fermentar, dando origem a um produto com elevado teor nutritivo para as plantas. Os materiais utilizados no preparo do composto podem ser os mais variados: esterco de animais, palha de cereais, restos de culturas, ramos e folhas verdes, acículas, serragem e bagaços de toda espécie ou quaisquer outros detritos vegetais que não tenham melhor aproveitamento. Esse composto, quando adicionado ao solo, estimula a proliferação de microrganismos, favorece a agregação de solos arenosos, aumenta a capacidade de retenção de água, atua no aumento do pH e nos teores de cátions trocáveis, contribuindo para a redução do alumínio trocável do solo (Jorge, 1983). A concentração de nutrientes nesta fonte de matéria orgânica é variável, devido a diversidade de materiais utilizados na compostagem. Por exemplo, na análise realizada em composto comercial observou-se que as concentrações dos nutrientes N (1,8%), P (1,8%) e Mg (0,8%) foram semelhantes aos resultados obtidos por Berton (1996) para o esterco de

curral curtido, apresentando, entretanto, concentrações inferiores ao do esterco para Ca (1,3%) e K (0,5%). Na mesma análise constatou-se que a relação C/N foi de 17 e o pH, de 6,2.

2.2. Associação micorrízica em plantas frutíferas

A associação de certos fungos com raízes de plantas superiores pode resultar numa relação mutualística simbiótica, denominada micorriza, na qual ambos os membros se beneficiam da interação. A maioria das plantas forma micorrizas, sendo que as que não se associam aos fungos micorrízicos são, na verdade, exceção na natureza,

A endomicorriza arbuscular, a mais disseminada entre as micorrizas, forma-se em raízes de grande número de famílias de plantas de interesse agrônomo, como é o caso do maracujazeiro, envolvendo fungos da classe dos Zigomicetos.

Tal associação é formada por três componentes: raízes da planta hospedeira, hifas do fungo micorrízico no interior das raízes e hifas externas que se estendem além da rizosfera. Através de modificações das hifas, originam-se os arbusculos, vesículas e esporos (Barea et al., 1984). O micélio formado externamente funciona como uma extensão do sistema radicular da planta hospedeira, aumentando a interface raiz-solo e, conseqüentemente, a absorção de água e de nutrientes, especialmente fósforo, o que estimula o crescimento das plantas (Graham, 1982). Isolados de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem diferir na sua capacidade de desenvolver um sistema de hifas externas, independentemente da eficiência de colonizar o córtex da raiz.

Os grandes benefícios fornecidos ao ecossistema e às plantas hospedeiras por estes fungos são bastante conhecidos (Zambolim & Siqueira, 1985; Walker, 1987; Siqueira & Franco, 1988; Silveira, 1992; Meinicke, 1991;

Colozzi-Filho & Balota, 1994; Siqueira, 1994).

O potencial de utilização dos fungos micorrízicos na produção de culturas hortícolas foi demonstrado, primeiramente, em culturas como citrus, pêssago e abacate, em solos fumigados. Benefícios similares seriam desejáveis para outras culturas, tais como as anuais, em diferentes sistemas de cultivo (Maronek et al., 1981).

As plantas frutíferas apresentam grande potencial para o estabelecimento de programas de micorrização. Vários autores realizaram trabalhos sobre a avaliação de populações de FMAs, em solos cultivados com frutíferas, tais como macieira, pessegueiro, videira e pomares comerciais de goiabeira e citrus (Silva F^o et al., 1989; Scharf et al., 1989; Franke et al., 1989; Lovato et al., 1989).

Plantas que possuem sistema radicular magnolióide, com pequeno desenvolvimento de pêlos absorventes, são consideradas extremamente dependentes das micorrizas como a maioria das plantas frutíferas (Baylis, 1975). No caso específico do maracujazeiro, seu sistema radicular apresenta-se com poucas radículas e pêlos absorventes, concentrando-se nas primeiras camadas do solo. A maioria das raízes finas encontra-se nos primeiros 40 cm de profundidade do solo, distribuídas uniformemente em toda camada superficial (Meletti, 1995). Tais características acarretam certa dependência da planta à micorrização.

A micorrização ainda pode aumentar a resistência das planta a patógenos e a sobrevivência das mudas ao transplante para o campo, reduzindo as perdas. O potencial de emprego de fungos micorrízicos como parte do manejo de produção de mudas de fruteiras torna-se ainda maior quando se evidencia que o tratamento do substrato ou uso de terra de subsolo, pobre em nutrientes, é prática normalmente recomendada para a eliminação de patógenos e plantas daninhas (CATI, 1992).

O cultivo de frutíferas passa por uma fase de formação de mudas em viveiros, o que facilita a inoculação de FMAs no substrato utilizado. Essa prática fornece bons resultados, diminuindo os custos dos tratamentos culturais convencionais e aumentando a possibilidade de se obter mudas vigorosas e mais resistentes (Menge, 1983). Além disso, os custos com a inoculação podem ser baixos, pois, sendo cultura perene, a inoculação não ocorre sistematicamente e o número de plantas é menor comparado às culturas anuais, que requerem inoculação a cada ciclo do plantio.

Segundo Maroneck et al. (1981) o emprego de FMAs constitui uma alternativa para otimização da produção de mudas, pois resulta na redução do tempo de formação, acarretando maior produtividade do viveiro, maior rotatividade no uso da infraestrutura montada e aumento da eficiência de utilização da mão-de-obra especializada. Além disso, contribui para a redução dos gastos com defensivos agrícolas e com fertilizantes, por aumentar a eficiência da adubação fosfática.

Vários autores (Lin, 1986; Dunne & Fitter, 1989) demonstraram o efeito benéfico da inoculação de FMAs na cultura do morangueiro, aumentando a produção de frutos. Kiernan et al. (1984) salientaram a importância da inoculação de fungos micorrízicos em plantas micropropagadas de morango como forma de garantir maior pegamento e sobrevivência da muda ao transplantio.

No entanto, Siqueira (1994), ao realizar a inoculação do fungo micorrízico *Glomus etunicatum* para obtenção de mudas de abacaxi, observou que tal associação não influenciou o crescimento vegetativo e a absorção de nutrientes, embora o sistema radicular das plantas tenha sido colonizado.

O abacateiro, a mangueira e o mamoeiro tiveram uma boa resposta à colonização com *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus clarum*, *Glomus intraradices*, *Glomus macrocarpum*, *Gigaspora heterogama* e *Gigaspora margarita*, os

quais contribuíram para um melhor crescimento e nutrição das plantas, o que foi mais evidente no mamoeiro (Silva et al., 1991).

Ramirez et al. (1975) estudaram a influência de três espécies de FMAs sobre mamoeiro cultivado em amostras de solo fertilizado e não fertilizado, em condições de casa de vegetação, observando que as plantas colonizadas por *Gigaspora calospora* e *Glomus macrocarpus* foram significativamente mais altas que as colonizadas por *Gigaspora heterogama* em solo com adubação, não havendo diferença entre os fungos quando não fertilizado.

Plantas de abacate colonizadas por fungos micorrízicos tiveram taxa de crescimento 250% maior que as não colonizadas e cultivadas em solo esterilizado, apresentando maior resistência ao transplante devido à maior absorção de água (Menge et al., 1978c).

Mudas de acerola colonizadas ou não por fungos micorrízicos (*Gigaspora margarita*, *Glomus manihotis* e *Acaulospora* sp.), cultivadas em solo fumigado, apresentaram bom desenvolvimento, devido ao efeito da micorrização, um mês após a inoculação. As plantas não colonizadas continuavam cloróticas e raquíticas, mesmo com aplicação de solução nutritiva. A inoculação promoveu, em média, aumentos de 427% em altura da planta, 941% em produção de matéria seca, 3.133% em quantidade de P absorvido e 1.011% em quantidade de K absorvido. Esses resultados obtidos por Chu (1991) evidenciaram a grande dependência da acerola à micorrização.

A despeito dos resultados promissores obtidos por Lin (1986), ao utilizar 42 isolados de FMAs em maracujazeiro, existem poucas informações sobre a eficiência da simbiose FMA-maracujazeiro, principalmente em substratos que apresentam diferentes níveis de fertilidade. Neste aspecto é importante ressaltar que entre os vários fatores que podem, um dos mais relevantes é o substrato, principalmente no que diz respeito ao nível de fósforo

disponível (Cardoso et al., 1986), pois a infectividade e a eficiência do fungo micorrízico são dependentes do nível de fertilidade do substrato.

A colonização por *Glomus manihotis* e *Acaulospora rugosa* proporcionou produções de biomassa no maracujazeiro 58% e 14%, respectivamente, maiores do que nas plantas não colonizadas, enquanto a colonização por *Glomus clarum* e *Glomus intraradices* resultou produções 28% e 24% menores, respectivamente (Soares et al., 1993).

Colozzi-Filho & Carvalho (1993), com o objetivo de avaliar os efeitos da micorrização na produção de frutos (número e peso) e nos teores de nitrogênio e fósforo na parte aérea do maracujazeiro, inocularam o solo em que foram preparadas as mudas com diferentes espécies de FMAs (*Glomus clarum*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora longula*) e uma mistura de fungos nativos, concluindo que as plantas colonizadas produziram mais frutos que a testemunha e mostraram teores mais elevados de N e P na parte aérea.

As micorrizas arbusculares desempenham um papel importante no ciclo dos nutrientes e no sistema solo-planta, influenciando fundamentalmente a absorção daqueles cuja difusão no solo é lenta, como o fósforo, o zinco e o cobre, prevenindo o aparecimento de sintomas de deficiência destes nutrientes, principalmente em substratos orgânicos, além de uniformizar o crescimento aéreo e evitar o estresse no transplante (Graham & Timmer, 1984).

O fósforo é o principal elemento envolvido no estabelecimento, no desenvolvimento e na eficiência das micorrizas. A capacidade da planta em absorver este elemento é determinante da sua maior ou menor dependência à micorrização. Pela baixa mobilidade desse elemento, a planta, em determinadas situações, pode não absorvê-lo em quantidades adequadas às suas necessidades. Os FMAs favorecem sua absorção e seu efeito é sentido pela melhor nutrição fosfatada do hospedeiro. Sabe-se que as condições de baixo teor de fósforo

disponível no solo favorecem os efeitos da micorrização, no que diz respeito à resposta no crescimento e à longevidade da espécie de FMA introduzido, enquanto que em condições de elevado teor de fósforo, a colonização e a produção de esporos e de micélio externo são inibidos (Menge et al., 1978a).

Azcon-Aguilar et al. (1984) comentam que as micorrizas arbusculares estimulam a capacidade das plantas de absorver íons fosfato, principalmente em solos com pH inferior a seis e meio, nos quais ocorre uma liberação mais ou menos lenta destes íons.

Há inúmeros relatos sobre o efeito de diferentes doses de fósforo no estabelecimento da simbiose micorrízica. O desenvolvimento de plantas cítricas foi afetado significativamente pelos fungos *Glomus leptotichum* e *Gigaspora gilmorei*, que se apresentaram muito eficientes na promoção do crescimento e na absorção de nutrientes em limão cravo e laranja caipira (Cardoso et al., 1986). *Gigaspora gilmorei* foi eficiente nos três níveis de P adicionados (0, 30 e 100 ppm), enquanto *Glomus leptotichum* causou os maiores incrementos na ausência de fósforo, havendo efeito depressivo sobre o desenvolvimento de citrus nas maiores doses. Johnson (1984) observou que altos níveis de fósforo no tecido foliar de *Citrus aurantium*, alcançados através da simbiose desta com *Glomus intraradices*, favoreceram o seu crescimento devido ao aumento na taxa fotossintética. Entretanto, há estudos que demonstram variação na dependência micorrízica em função da espécie de planta cítrica empregada. A habilidade da planta em absorver fósforo de solos com baixos teores deste elemento é o principal fator que contribui para a dependência micorrízica (Menge et al., 1978b), a qual, entretanto, pode ser alterada pela interferência de outros nutrientes, como cálcio, nitrogênio, ferro e zinco (Hayman & Mosse, 1971; Hall, 1975; Mosse et al., 1976).

Siqueira & Colozzi-Filho (1986) constataram que mudas de cafeeiro colonizadas exigiram teores de fósforo no solo dez vezes menor do que

as não colonizadas, para atingir 80% do crescimento máximo.

Maracujazeiros colonizados por *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum* tiveram maior acúmulo de fósforo na parte aérea e maiores índices de eficiência na utilização do fósforo absorvido, superando aquele obtido na testemunha com adição de matéria orgânica (Silveira et al., 1993).

Os efeitos da adubação fosfática e da inoculação de fungos micorrízicos foram avaliados em mamoeiro, cultivar Solo, por Weber et al. (1994). O efeito benéfico da micorrização sobre o crescimento e o acúmulo de nutrientes na parte aérea do mamoeiro ficou evidenciado pela aplicação de baixas doses de fosfato. As plantas atingiram maior altura, produziram mais matéria seca e apresentaram maior conteúdo de vários nutrientes com a adição de 20mg kg⁻¹ de fósforo e a inoculação de *Glomus etunicatum*. Na presença de *Entrophospora colombiana* foi obtida produção máxima de matéria seca da raiz e maior acúmulo de ferro na parte aérea, tanto nas plantas adubadas com 20mg kg⁻¹ de fósforo, como nas tratadas com 40mg kg⁻¹. Independentemente da adubação fosfática, os fungos micorrízicos não diferiram significativamente quanto à capacidade de colonizar as raízes das plantas.

Observa-se, entretanto, que o efeito negativo de alta concentração de fósforo sobre o desenvolvimento de micorrizas não se faz presente em todas as culturas. Miller et al. (1985), por exemplo, constataram maior crescimento de plantas de macieira micorrizada cultivadas em solo com alta disponibilidade de fósforo.

O efeito de dois isolados de *Glomus fasciculatum* sobre o crescimento e nutrição de plântulas de abacate foi avaliado por Menge et al. (1980), em diferentes tratamentos de fertilização. O crescimento das plântulas micorrizadas foi 49,25% maior do que o daquelas não micorrizadas; os dois isolados incrementaram a absorção de N, P e Cu em todos os tratamentos, sendo que a fertilização com fósforo não alterou a concentração deste elemento em

folhas de plantas não micorrizadas, mas incrementou-o nas micorrizadas. As diferenças entre os isolados aparentemente foram relacionadas à sua taxa de crescimento ou habilidade de colonização.

Hughes (1978) observou que as concentrações de P e N na parte aérea de morangueiros micorrizados foram maiores que na testemunha, resultando também maior comprimento das raízes micorrizadas e maior porcentagem de raízes colonizadas.

2.3. Substratos e associação micorrízica na formação de mudas

Muito pouco é conhecido sobre o efeito da adição de resíduos orgânicos (adubação orgânica) sobre a associação micorrízica e a dinâmica da comunidade de FMAs do solo. Howard (1943) relacionou o aumento de produtividade de muitas culturas, inclusive de plantas frutíferas, após a aplicação de matéria orgânica compostada, ao aumento da atividade de FMAs do solo, devido, provavelmente, à melhora na aeração do solo, o que provocou melhor desenvolvimento da raiz e da associação micorrízica. Segundo Guttay (1983), a qualidade da matéria orgânica compostada é importante para o estabelecimento e desenvolvimento adequado da micorriza.

Brechelt (1988), citado por Sieverding (1991), estudou o efeito da adição de doses de esterco fresco, esterco compostado e de resíduos de planta compostados sobre a micorrização em tomateiro e caupi. Observou que a adição de esterco fresco diminuiu a colonização micorrízica, provavelmente devido à alta concentração de amônia. Entretanto, esterco compostado (curtido) e composto de resíduos de planta aumentaram a colonização e a produção de matéria seca em todas as doses aplicadas, principalmente quando as plantas estavam associadas a fungos eficientes.

Sieverding (1991) relata que a adição de matéria orgânica compostada ao solo pode não alterar ou causar um efeito positivo sobre a

densidade de propágulos de FMAs nativos na eficiência e na produção da cultura micorrizada.

Silveira et al. (1993), trabalhando com substratos com e sem a adição de matéria orgânica, visando a seleção de FMAs eficientes na produção de mudas de maracujazeiro, verificaram que no substrato onde foi adicionado esterco de curral curtido, os fungos *Acaulospora* sp e *Acaulospora murrowae* foram eficientes, promovendo maior desenvolvimento das mudas em relação à testemunha. Concluíram que o efeito da micorrização foi marcante em condições de baixa fertilidade do substrato, não superando, entretanto, o da adição de matéria orgânica.

No entanto, Weber (1990), realizando estudo sobre a produção de mudas de limão 'Cravo' com adubação orgânica e inoculação de fungos micorrízicos, observou melhor crescimento das mesmas em terra adubada com esterco bovino (10t ha⁻¹) e inoculada com *Glomus albidum*, *Glomus clarum*, *Glomus manihotis* e *Entrophospora colombiana*.

Em frutíferas, poucos estudos tem sido realizados para testar a eficiência de outros substratos orgânicos na micorrização, além do esterco de curral. No milho, Trindade et al. (1996) observaram um efeito sinérgico positivo entre a aplicação de composto de lixo urbano e a inoculação com fungo micorrízico sobre o crescimento das plantas.

A fumigação de solos infestados com parasitas de raiz normalmente reduz os danos no sistema radicular e ocasiona melhor crescimento vegetal. Entretanto, pode exercer efeitos indesejáveis, tais como crescimento com atraso temporário, associado a níveis tóxicos de resíduos do fumigante presentes no solo no momento do plantio; níveis tóxicos de produtos de decomposição do fumigante, tais como cloro ou brometo; incrementos no teor de manganês solúvel e de outros elementos a níveis tóxicos; colonização do solo tratado por patógenos vegetais que, em ambiente menos competitivo,

passam a causar maiores danos do que num solo não tratado; acumulação de NH_3 ou NO_2^- a níveis tóxicos; destruição de organismos micorrízicos como os FMAs, importantes para o crescimento de algumas espécies vegetais, especialmente em solos com baixos teores de nutrientes, redução da absorção de fósforo, cobre e/ou zinco a níveis de deficiência (Martin et al., 1973).

Plântulas de pessegueiro, cultivadas em solo fumigado, apresentaram menor crescimento e baixa colonização micorrízica (Lambert et al., 1979). Mudanças de macieira mantidas em solo não fumigado e sem inoculação tiveram a mesma taxa de crescimento que as cultivadas em solo fumigado e inoculado com *Glomus mosseae* (Kock et al., 1982).

A micorrização mostrou efeito positivo na altura, diâmetro do caule e produção de matéria seca da parte aérea de mudas de mangueira, porta-enxerto 'coquinho', em substrato esterilizado, destacando-se os FMAs *Acaulospora* sp, *Acaulospora scrobiculata*, *Scutellospora heterogama* e *Glomus clarum*. Em substrato não esterilizado, os fungos mais eficientes foram *Glomus clarum* e *Entrophospora* sp. (Silva et al., 1994).

A esterilização do solo teve efeitos negativos para o crescimento de plantas de cacau, tanto por autoclavagem como por fumigação com brometo de metila, apresentando entre-nós curtos e ondulações da margem das folhas, semelhante à severa deficiência de zinco. As plantas colonizadas por *Gigaspora margarita* recuperaram-se após quinze semanas, enquanto a testemunha e as colonizadas por outras espécies de FMAs permaneceram afetadas. A esterilização reduziu a colonização radicular, sendo o brometo de metila mais severo que o tratamento por autoclavagem. Já a inoculação em solo não esterilizado não teve efeito sobre o crescimento das plantas (Ezeta et al., 1981).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Planta

Trabalhou-se com plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.), cujas sementes foram procedentes do IAC/Seção de Fruticultura Tropical, não tratadas com fungicidas.

3.2. Substrato básico

Para o preparo do substrato básico foram utilizadas amostras da camada de 0 a 15cm de um Latossolo Roxo, do Centro Experimental do Instituto Agrônômico (IAC) em Campinas, SP, misturadas com areia lavada na proporção de 2:1.

Este substrato básico foi submetido ao processo de fumigação com brometo de metila, por período de três dias, apresentando ao final as seguintes características químicas: 18mg dm^{-3} de P, 14g kg^{-1} de matéria orgânica, $1,6\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de potássio, $41\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de cálcio, $13\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de magnésio, pH de 6,4 em CaCl_2 , $20\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de H^+Al e saturação de bases de 76%.

3.3. Fontes de matéria orgânica

As fontes de matéria orgânica estudadas foram esterco de curral curtido, composto de lixo urbano, vermicomposto de lixo urbano, húmus de minhoca e composto comercial. O esterco de curral foi obtido da Estação

Experimental de Tietê (SP). O composto de lixo urbano e o vermicomposto de lixo urbano foram produzidos na Usina de Processamento de Lixo da cidade de Novo Horizonte (SP), o húmus de minhoca, na Fazenda Boa Esperança em Jeriquara (SP) e o composto comercial, no município de Capivari (SP).

3.4. Inóculo de fungo micorrízico arbuscular (FMA)

Foi utilizada uma mistura de quatro espécies de fungos micorrízicos do gênero *Glomus* da coleção da Seção de Microbiologia de Solo do Instituto Agronômico (IAC), previamente selecionada por Silveira et al.(1993), que demonstraram melhor eficiência para produção de mudas de maracujazeiro: *Glomus clarum* (IAC-16), *Glomus* sp (IAC-28), *Glomus etunicatum* (IAC-42), *Glomus macrocarpum* (IAC-50). Os fungos foram primeiramente multiplicados em raízes de painço, constando o inóculo de esporos, pedaços de raízes infectadas e micélios. A técnica utilizada para quantificação dos esporos foi a do peneiramento úmido de Gerdemann & Nicolson (1963). Foi estimado o número de esporos em microscópio estereoscópico, utilizando-se em média 300 esporos de cada espécie na mistura.

3.5. Instalação e realização dos experimentos

O substrato foi acondicionado em sacos plásticos de polietileno de 11x18cm, comumente utilizados para a obtenção de mudas. A inoculação dos fungos foi realizada por ocasião da semeadura,utilizando-se em torno de 1.200 esporos/20ml de solo-inóculo, colocado a 2cm de profundidade. Semearam-se 5 sementes por saco e realizou-se o desbaste 20 dias após, deixando-se uma planta em cada. As plantas foram irrigadas diariamente com 50ml de água, por um período de 60 dias após o desbaste, quando, então, foram coletadas, separando-se a parte aérea do sistema radicular.

3.6. Experimentos realizados

O presente estudo foi constituído de três experimentos realizados em casa de vegetação e laboratório da Seção de Microbiologia de Solo e Centro Experimental do Instituto Agrônômico (IAC) em Campinas, São Paulo.

3.6.1. Experimento 1

Fontes e doses de matéria orgânica

O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes fontes e doses de matéria orgânica e da inoculação de fungos micorrízicos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. Utilizaram-se doses crescentes de matéria orgânica, em porcentagem de volume (esterco de curral e composto de lixo urbano), em mistura com o substrato básico (solo+areia), esterilizado com brometo de metila.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 8 repetições, em esquema fatorial 2x6x2 (duas fontes de matéria orgânica, com seis doses, com e sem fungos micorrízicos).

Os tratamentos utilizados foram:

1. Substrato básico com 0% de esterco de curral e sem FMA
2. Substrato básico com 0% de esterco de curral e com FMA
3. Substrato básico com 5% de esterco de curral e sem FMA
4. Substrato básico com 5% de esterco de curral e com FMA
5. Substrato básico com 10% de esterco de curral e sem FMA
6. Substrato básico com 10% de esterco de curral e com FMA
7. Substrato básico com 20% de esterco de curral e sem FMA
8. Substrato básico com 20% de esterco de curral e com FMA
9. Substrato básico com 30% de esterco de curral e sem FMA
10. Substrato básico com 30% de esterco de curral e com FMA
11. Substrato básico com 40% de esterco de curral e sem FMA
12. Substrato básico com 40% de esterco de curral e com FMA
13. Substrato básico com 0% de composto de lixo urbano e sem FMA
14. Substrato básico com 0% de composto de lixo urbano e com FMA
15. Substrato básico com 5% de composto de lixo urbano e com FMA
16. Substrato básico com 5% de composto de lixo urbano e sem FMA
17. Substrato básico com 10% de composto de lixo urbano e sem FMA
18. Substrato básico com 10% de composto de lixo urbano e com FMA
19. Substrato básico com 20% de composto de lixo urbano e sem FMA
20. Substrato básico com 20% de composto de lixo urbano e com FMA
21. Substrato básico com 30% de composto de lixo urbano e sem FMA

22. Substrato básico com 30% de composto de lixo urbano e com FMA
 23. Substrato básico com 40% de composto de lixo urbano e sem FMA
 24. Substrato básico com 40% de composto de lixo urbano e com FMA

Tabela 1. Características químicas dos substratos utilizados no experimento 1.

Doses de matéria orgânica %	P mg dm ⁻³	MO g kg ⁻¹	pH (CaCl ₂)	K ————	Ca mmolc dm ⁻³	Mg ————	H+ Al ————	V %
Composto de lixo urbano								
5	29	18	6,9	1,7	60	14	10	88
10	73	32	6,9	2,9	132	20	11	93
20	86	25	7,1	5,8	133	25	8	95
30	109	32	7,1	6,5	136	26	8	95
40	154	32	7,4	7,1	217	29	7	97
Esterco de curral								
5	29	15	6,8	2,4	48	14	10	87
10	57	22	6,7	5,3	56	17	11	88
20	117	22	6,7	11,7	54	21	11	89
30	150	27	6,7	14,4	52	22	10	90
40	214	36	6,9	19,0	51	32	11	90

3.6.2. Experimento 2

Fontes de matéria orgânica em substrato básico fumigado

Neste experimento objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de matéria orgânica adicionadas ao substrato básico e da inoculação de fungos micorrízicos na formação de mudas micorrizadas de maracujazeiro.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 8 repetições, em esquema fatorial 7x2 (5 fontes de matéria orgânica, um controle e uma adubação recomendada, com e sem fungos micorrízicos). A adubação recomendada constituiu-se de 40% de esterco de curral em volume e 0,44g de superfosfato triplo por quilograma de substrato. Para todas as fontes de matéria orgânica a dose utilizada foi de 10% em volume.

Os tratamentos utilizados foram:

1. Substrato básico sem FMA
2. Substrato básico com FMA
3. Substrato básico + 10% de composto de lixo urbano sem FMA
4. Substrato básico + 10% de composto de lixo urbano com FMA
5. Substrato básico + 10% de vermicomposto de lixo urbano sem FMA
6. Substrato básico + 10% de vermicomposto de lixo urbano com FMA
7. Substrato básico + 10% de húmus de minhoca sem FMA
8. Substrato básico + 10% de húmus de minhoca com FMA
9. Substrato básico + 10% de esterco de curral sem FMA
10. Substrato básico + 10% de esterco de curral com FMA
11. Substrato básico + 10% de composto comercial sem FMA
12. Substrato básico + 10% de composto comercial com FMA
13. Substrato básico + 40% de esterco de curral+0,44g ST.kg⁻¹ sem FMA
14. Substrato básico + 40% de esterco de curral+0,44g ST.kg⁻¹ com FMA

Tabela 2. Características químicas dos substratos utilizados no experimento 2.

Tratamentos	P ¹ mg dm ⁻³	MO g kg ⁻¹	pH (CaCl ₂)	K ² ———	Ca ³ mmolc dm ⁻³	Mg ³ ———	H+ Al	V %
Solo + areia	18	14	6,4	1,6	41	13	20	76
Esterco de curral (40%)	213	30	6,9	18,7	56	31	10	91
Esterco de curral (10%)	54	22	6,5	5,6	43	17	13	83
Composto de lixo (10%)	93	20	6,7	3,2	75	16	12	89
Vermicomp. de lixo (10%)	50	22	6,9	11,8	75	14	11	90
Húmus de minhoca (10%)	117	29	6,4	3,6	58	19	15	84
Comp. org. comercial (10%)	44	18	6,3	7,8	39	15	15	80

3.6.3. Experimento 3

Fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada em substrato básico não fumigado

Este experimento teve por objetivo avaliar o efeito da adição de diferentes fontes de matéria orgânica e de duas doses de superfosfato triplo, na formação de mudas de maracujazeiro, em substrato não fumigado com e sem inoculação de fungos micorrízicos, comparando-se os fungos nativos e a mistura dos nativos e introduzidos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 8 repetições, em esquema fatorial 7x2 (7 substratos, com e sem introdução de fungos).

Os tratamentos utilizados foram:

1. Substrato básico (solo + areia na relação 2:1) e com FMA nativos
2. Substrato básico (solo + areia na relação 2:1) e com FMA introduzidos + nativos
3. Substrato básico + 40 % de esterco de curral e com FMA nativos
4. Substrato básico + 40 % de esterco de curral e com FMA introduzidos + nativos
5. Substrato básico + 10% de esterco de curral e com FMA nativos
6. Substrato básico + 10% de esterco de curral e com FMA introduzidos + nativos
7. Substrato básico + 10% de composto de lixo urbano e com FMA nativos
8. Substrato básico + 10% de composto de lixo urbano e com FMA introduzidos + nativos
9. Substrato básico + 10% de vermicomposto de lixo urbano e com FMA nativos
10. Substrato básico + 10% de vermic. de lixo urbano e com FMA introduzidos + nativos
11. Substrato básico + 0,44g superfosfato triplo/kg (P₁) e com FMA nativos
12. Substrato básico + 0,44g superfosfato triplo/kg (P₁) e com FMA introduzidos + nativos
13. Substrato básico + 0,22g superfosfato triplo/kg (P₂) e com FMA nativos
14. Substrato básico + 0,22g superfosfato triplo/kg (P₂) e com FMA introduzidos + nativos

Tabela 3. Características químicas dos substratos utilizados no experimento 3.

Tratamentos	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	V
	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹	(CaCl ₂)	————	————	mmolc dm ⁻³	————	%
Solo + areia	18	14	6,4	1,6	41	13	20	76
Esterco de curral (40%)	190	64	6,1	25,0	72	35	18	88
Esterco de curral (10%)	64	39	6,2	6,4	83	16	16	87
Composto de lixo (10%)	47	38	6,0	3,8	93	17	18	86
Vermicomp. de lixo (10%)	59	35	6,1	2,9	93	16	15	88
Superfosfato Triplo (0,44g/kg)	31	26	5,3	1,8	43	12	25	79
Superfosfato Triplo (0,22g/kg)	26	26	5,3	1,8	40	10	25	77

3.7. Variáveis analisadas

O efeito dos substratos empregados e da inoculação de FMAs sobre as plantas foi avaliado através das seguintes variáveis:

- a) **Altura das plantas:** aos 90 dias após o desbaste, mediu-se a altura de cada planta a partir de 0,5cm da superfície do solo.

b) **Massa de matéria seca da parte aérea:** as plantas foram cortadas a 0,5cm da superfície do solo, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com ventilação forçada de ar à temperatura de 60°C por 3 dias até atingirem peso constante, para determinação da massa de matéria seca.

c) **Quantificação da colonização micorrízica:** as raízes das plantas foram lavadas em água corrente e acondicionadas separadamente em frascos de vidro com solução de álcool a 50%. De cada frasco foram retiradas raízes de várias partes do sistema radicular para obter uma amostra representativa de 1g. A amostra foi preparada pela técnica de Koske & Gemma (1989) que consta da clarificação da raiz com KOH a 2,5%, seguida da acidificação com HCl a 1% e coloração com azul de tripano a 0,05%. A determinação da porcentagem do comprimento de raiz colonizada foi efetuada segundo Ambler & Young (1977), empregando-se o método de intersecção na placa quadriculada, sob microscópio estereoscópico.

d) **Teor e quantidade de fósforo na parte aérea:** após a secagem, as plantas foram moídas e submetidas à digestão nitroperclórica, para então realizar-se a determinação do fósforo pelo método colorimétrico (Bataglia et al., 1983).

e) **Eficiência de utilização do fósforo (EUF):** este índice foi calculado segundo Siddiqi e Glass (1981):

$$EUF = (\text{peso da matéria seca})^2 / \text{conteúdo do nutriente na matéria seca.}$$

3.8. Análise estatística

Os dados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste de Tukey a 5% para as comparações das médias, conforme recomendação de Gomes (1990). Os tratamentos que envolveram doses crescentes foram avaliados por regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fontes e doses de matéria orgânica

4.1.1. Altura

Não foi verificado efeito da adição do composto de lixo urbano no desenvolvimento das plantas não micorrizadas. Contudo, para as plantas colonizadas com fungos micorrízicos houve efeito linear da dose de composto de lixo sobre a altura das mesmas (Figura 1A).

Este fato pode ser decorrente da baixa disponibilidade dos teores de nitrogênio neste tipo de composto orgânico (Cravo, 1995) e alta relação C/N, causando imobilização do N (Berton, 1996), havendo um desbalanço nos nutrientes disponíveis para as mudas no substrato, inferindo-se que a absorção dos mesmos pelas raízes do maracujazeiro é mais eficiente quando existe a simbiose. Salienta-se que o maracujazeiro é bastante exigente em N e, geralmente, responde à adição de matéria orgânica (Meletti, 1995). Ao observar-se as características químicas apresentadas na Tabela 1 do substrato com concentração elevada de composto de lixo urbano (40%), verificam-se altos teores de fósforo ($154\text{mg}/\text{dm}^3$), de potássio ($7,1\text{mmol}_c/\text{dm}^3$), de cálcio ($217\text{mmol}_c/\text{dm}^3$) e de magnésio ($29\text{mmol}_c/\text{dm}^3$), o que leva a supor-se que o efeito do composto de lixo sobre as plantas deve estar condicionado à inoculação de fungos micorrízicos (Trindade et al., 1996).

O efeito do esterco de curral sobre a altura das plantas micorrizadas foi linear, enquanto que para as não colonizadas foi quadrático,

não sendo atingido um ponto máximo com as doses utilizadas (Figura 1B e 3).

Figura 1. Altura de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.

Constatou-se que o composto de lixo urbano somente afeta o crescimento da planta quando está em simbiose com o FMA (Figura 2A).

Figura 2. Plantas de maracujazeiro cultivadas com doses crescentes de composto de lixo urbano (%), colonizadas (A) e não colonizadas (B) por fungos micorrízicos.

Figura 3. Plantas de maracujazeiro cultivadas com doses crescentes de esterco de curral curtido (%), colonizadas (A) e não colonizadas (B) por fungos micorrízicos.

O esterco de curral favoreceu o maior crescimento das mudas tanto na ausência como na presença do fungo mostrando melhor resposta a partir das doses de 20% (Figura 3A e B), a qual é inferior a recomendada por Meletti (1995) de 33% para produção de mudas de maracujazeiro no Estado de São Paulo.

Os resultados obtidos foram similares aos de Menge et al. (1980) os quais obtiveram plântulas micorrizadas de abacate 49,25% maiores em altura do que aquelas não micorrizadas. Peixoto (1986) verificou a importância da matéria orgânica para a produção de mudas de maracujá através do aumento dos valores do comprimento da raiz principal, da massa de matéria seca do sistema radicular, do diâmetro do caule, da altura das mudas, da massa de matéria seca da parte aérea, da área foliar e da porcentagem de magnésio na matéria seca da parte aérea, com o aumento da proporção de esterco de curral no substrato.

4.1.2. Massa de matéria seca da parte aérea

O efeito dos tratamentos sobre a massa de matéria seca da parte aérea foi similar ao observado para a altura (Figura 4). Não houve resposta à adição de doses crescentes de composto de lixo urbano nas mudas não micorrizadas, porém, um efeito linear foi obtido nas mudas colonizadas com FMA, ou seja, houve um incremento na produção de matéria seca com o aumento na dose de composto (Figura 4A). O efeito da adição de doses crescentes de esterco de curral sobre a massa de matéria seca das plantas micorrizadas foi linear, enquanto que para as não colonizadas foi quadrática com um máximo na dose de 30% (Figura 4B). A massa de matéria seca das plantas micorrizadas estabelecidas em substratos com doses inferiores a 10% de esterco foi superior a massa das não micorrizadas, ocorrendo, em doses maiores, uma inversão.

Figura 4. Massa de matéria seca da parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.

4.1.3. Porcentagem de comprimento de raiz colonizada

Com a adição tanto de esterco de curral como de composto de lixo urbano, a resposta da colonização micorrízica seguiu um ajuste quadrático com um máximo de colonização na dose de 20% (Figura 5), havendo uma inibição no desenvolvimento dos FMAs em doses maiores, devido ao teor elevado de nutrientes no substrato (Tabela 1), principalmente o fósforo.

Figura 5. Porcentagem de comprimento de raiz colonizada de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano e esterco de curral curtido, inoculados com fungos micorrízicos.

Concentrações elevadas de Zn, Cu, Ni e Cd presentes no composto de lixo urbano podem inibir a colonização micorrízica (Gildon & Tinker, 1983). Entretanto é interessante notar que, no presente experimento, a adição de composto de lixo urbano promoveu porcentagens de comprimento de raízes colonizadas superiores às obtidas com esterco de curral. Trindade et al

(1996) constataram que a adição de composto de lixo não alterou a colonização radicular e nem causou efeito tóxico nas plantas. Fred-Guzman (1985) observou maior eficiência dos FMAs na presença de matéria orgânica do que na ausência desta. Ismac et al. (1986) constataram que a adição de composto orgânico pode não alterar a colonização, enquanto Andrade (1991) verificou um aumento na colonização.

4.1.4. Teor de fósforo nas plantas

O FMA promoveu maior absorção de fósforo tanto nas plantas cultivadas em substrato com composto de lixo urbano como em substrato com esterco de curral (Figura 6). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Menge et al. (1980) com dois isolados de fungos micorrízicos que incrementaram a absorção de N, P e Cu em todos os tratamentos em plântulas de abacate. A resposta ao teor de fósforo nas plantas em função da adição de composto de lixo urbano apresentou-se linear para as micorrizadas e quadrática para as não micorrizadas (Figura 6A). No caso das mudas obtidas no substrato com a adição de esterco de curral, tanto para as micorrizadas como para as não micorrizadas, a resposta foi quadrática, com um teor máximo de fósforo na parte aérea na dose de 20% (Figura 6B).

Provavelmente, na dose de 20% de composto orgânico o teor de nutrientes mostrou-se mais equilibrado para o desenvolvimento das plantas, estabelecimento dos FMAs e eficiência dos fungos empregados (Tabela 1).

Figura 6. Teor de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.

4.1.5. Quantidade acumulada de fósforo

Para as mudas não micorrizadas a adição de composto de lixo urbano não causou efeito na quantidade acumulada de fósforo. Contudo para as micorrizadas este efeito foi quadrático, sendo o máximo atingido na dose de 30% (Figura 7A). Para o substrato com adição de esterco de curral tanto para as mudas micorrizadas como para as não micorrizadas o ajuste das médias mostrou-se do tipo quadrático com uma quantidade acumulada máxima na dose de 30% (Figura 7B). Como verificado pelas análises de fertilidade dos substratos (Tabela 1) a adição de matéria orgânica elevou principalmente o teor de fósforo do solo. No caso específico do composto de lixo, além da elevação do fósforo disponível, ainda pode ocorrer, segundo Mazur et al. (1983) e Perucci (1990), um aumento na atividade de fosfatases e da fertilidade do solo no geral. Esta elevação no fósforo disponível foi refletida no aumento no teor e na quantidade de fósforo na parte aérea do maracujazeiro, o que também foi observado por Trindade et al. (1996) em milho.

Figura 7. Quantidade acumulada de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e de esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.

4.1.6. Eficiência de utilização do fósforo (EUF)

As plantas cultivadas no substrato inoculado com FMAs e com adição de composto de lixo urbano foram mais eficientes na utilização de P absorvido, em quase todas as doses empregadas, do que as cultivadas em substrato não inoculado. O efeito das doses crescentes do composto não foi significativo para as plantas micorrizadas, no entanto para as não micorrizadas, o efeito foi quadrático, ocorrendo uma diminuição na EUF pelas plantas cultivadas com 10 e 20% do composto (Figura 8A).

Nas plantas não micorrizadas o efeito da utilização de esterco de curral sobre a EUF foi quadrático, com um máximo de eficiência na dose de 30%. As plantas micorrizadas desenvolvidas com a adição de esterco de curral, apresentaram um efeito quadrático com um aumento na EUF a partir de 20%.

As plantas cultivadas no substrato inoculado com FMAs e com adição de composto de lixo urbano foram mais eficientes na utilização de P absorvido, em quase todas as doses empregadas, do que as cultivadas em substrato não inoculado. Com a adição de esterco de curral, as plantas micorrizadas praticamente não diferiram daquelas cultivadas em substrato não inoculada.

Para as plantas micorrizadas, somente na dose de 40% foi constatado efeito do tipo de composto orgânico adicionado, sendo que as plantas obtidas no substrato com adição de esterco de curral diferiram significativamente das obtidas com composto de lixo urbano. Entretanto para as não micorrizadas, a partir da adição de 10%, as obtidas com esterco de curral foram significativamente mais eficientes na utilização do P do que as obtidas com composto de lixo urbano.

Figura 8. Eficiência de utilização de fósforo na parte aérea de mudas de maracujazeiro desenvolvidas em substratos com doses crescentes de composto de lixo urbano (A) e esterco de curral curtido (B), inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos.

4.2. Fontes de matéria orgânica em substrato básico fumigado

4.2.1. Altura das plantas, massa de matéria seca da parte aérea e porcentagem de comprimento de raiz colonizada

A altura e a massa de matéria seca da parte aérea, nas plantas micorrizadas como nas não micorrizadas, foi significativamente superior no substrato com adição de 40% de esterco de curral (Figura 9A e B), por este propiciar, além de elevadas quantidades de nutrientes às plantas, melhores condições físicas, químicas e biológicas do solo (Jorge, 1983). Constatou-se também efeito parasítico da micorrização neste substrato, pois as plantas micorrizadas apresentaram menor produção de matéria seca que as não micorrizadas.

Os FMAs favoreceram o crescimento das plantas quando foi utilizado o substrato básico, o esterco de curral a 10%, o composto de lixo urbano, o composto comercial e o húmus de minhoca. Estes substratos apresentam um teor de P inferior ao substrato com 40% de esterco de curral (Tabela 2), o que provavelmente tenha concorrido para o melhor desempenho da simbiose, visto que esta favorece o desenvolvimento das plantas, principalmente em solos com menor disponibilidade de P. Além do fato da adição de matéria orgânica juntamente com a inoculação de FMAs eficientes promoverem maior crescimento das plantas (Braga, 1986; Silva et al., 1986; Gras e Furtado, 1982), o tipo de composto orgânico empregado é determinante do efeito benéfico da micorriza (Weber et al., 1990) e das populações de FMAs predominantes (Nappi, 1984; Tappar et al., 1984).

A porcentagem do comprimento de raiz colonizada não diferiu significativamente entre o substrato básico e os com adição de esterco de curral nas doses de 40 e 10%, os quais superaram os substratos com adição de vermicomposto, composto comercial e húmus (Figura 9C).

Figura 9. Altura das plantas (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e porcentagem de comprimento de raiz colonizada (C) de mudas de maracujazeiro cultivadas em substratos com diferentes fontes de matéria orgânica, inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas - comparação entre fontes de matéria orgânica; asterisco - comparação entre FMAs. Legenda: SB - substrato básico; EC40 - esterco de curral a 40%; EC10 - esterco de curral a 10%; CLU - composto de lixo urbano a 10%; VC - vermicomposto de lixo urbano a 10%; CC - composto orgânico comercial a 10%; HM - húmus de minhoca a 10%.

A elevada porcentagem de comprimento de raiz colonizada observada com a dose maior de esterco de curral não era esperada, uma vez que o alto teor de fósforo deste substrato (Tabela 2) poderia ter causado inibição da colonização e, portanto, o não estabelecimento da associação. Silveira et al. (1993) constataram que a adição de 25% de esterco de curral aumentou a colonização radicular por alguns dos fungos empregados, que também apresentaram efeito parasítico. Observa-se, no entanto, que o efeito negativo do fósforo sobre o desenvolvimento de micorrizas não é uma regra. Miller et al. (1985), por exemplo, constataram a presença de micorrizas em solo com alta concentração de fósforo, onde obtiveram um maior crescimento de plantas de macieira.

O efeito da adição da matéria orgânica na colonização radicular depende do composto empregado e da planta hospedeira. Saif (1986) observou aumento na colonização com o uso de restos vegetais, enquanto Avio e Giovanetti (1988) constataram diminuição pelo emprego de composto rico em celulose. Depressão na colonização também pode ser observada com a adição de composto orgânico não maturado (Roldan e Albaladejo, 1993).

4.2.3. Teor, quantidade acumulada de fósforo e eficiência de utilização de fósforo

As plantas apresentaram maior teor de fósforo quando estabelecidas em substrato com composto comercial, húmus de minhoca, vermicomposto e esterco de curral a 40%, pois os mesmos continham elevado teor deste nutriente, favorecendo a absorção (Figura 10A).

O FMA favoreceu a absorção e acúmulo de fósforo no substrato básico, no esterco de curral a 10%, no composto de lixo urbano, no composto comercial e no húmus de minhoca (Figuras 10A e B). Hughes (1978) observou que as concentrações de P na parte aérea de morangueiros colonizados com

Figura 10. Teor (A), quantidade acumulada (B) e eficiência de utilização de fósforo (C) da parte aérea de mudas de maracujazeiro cultivadas em substratos com diferentes fontes de matéria orgânica, inoculados (c/FMA) e não inoculados (s/FMA) com fungos micorrízicos. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas - comparação entre fontes de matéria orgânica; asterisco - comparação entre FMAs.

Legenda: SB - substrato básico; EC40 - esterco de curral a 40%; EC10 - esterco de curral a 10%; CLU - composto de lixo urbano a 10%; VC - vermicomposto de lixo urbano a 10%; CC - composto orgânico comercial a 10%; HM - húmus de minhoca a 10%.

fungos micorrízicos foram maiores que na testemunha, resultando também maior comprimento das raízes micorrizadas e maior porcentagem de raízes colonizadas. Ying Chu (1991), trabalhando com mudas de acerola micorrizadas, obteve mais de mil por cento de aumento na absorção de fósforo em relação à testemunha. No entanto, no substrato com adição de 40% de esterco de curral, o acúmulo de P nas plantas micorrizadas foi significativamente menor do que nas não micorrizadas, embora o índice de utilização de P não tenha diferido. O EUF foi significativo nas plantas micorrizadas e estabelecidas em substrato básico e esterco de curral a 10% (Figura 10C). Não houve diferença significativa entre os substratos para o EUF das plantas micorrizadas. Nas plantas não micorrizadas o EUF variou significativamente em função do substrato empregado, sendo significativamente superior nos tratamentos com esterco de curral a 40%, vermicomposto de lixo urbano, composto comercial e húmus de minhoca.

4.3. Fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada em substrato básico não fumigado

4.3.1. Altura das plantas, massa de matéria seca da parte aérea e porcentagem de comprimento de raiz colonizada

A formação de mudas vigorosas e com rápido crescimento está associada a teores elevados de nutrientes no substrato ou à utilização de FMAs eficientes. O substrato com 40% de esterco de curral proporcionou melhor resposta das plantas em relação à altura e à massa de matéria seca (Figura 11A e B), devido ao elevado teor de matéria orgânica que favorece uma adequada estrutura do solo, o que permite um bom desenvolvimento radicular e absorção de água e nutrientes pelas raízes (Fonseca, 1987), como também fornece elevados teores de nutrientes, tais como nitrogênio (2,2%), fósforo (1,8%), potássio (3,2%), cálcio (3,0%) e magnésio (0,9%), apresentando uma relação C/N

de 21/1, não causando a imobilização de N do substrato (Berton, 1996).

Figura 11. Altura das plantas (A), massa de matéria seca da parte aérea (B) e porcentagem de comprimento de raiz colonizada (C) de mudas de maracujazeiro, cultivadas em diferentes substratos não fumigados, inoculados e não inoculados por FMAs. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas - comparação entre fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada; asterisco - comparação entre FMAs nat. e FMAs intr. + nat. Legenda: SB - substrato básico; EC40 - esterco de curral a 40%; EC10 - esterco de curral a 10%; CLU - composto de lixo urbano a 10%; VC - vermicomposto de lixo urbano a 10%; P1 - substrato básico com adubação fosfatada (0,44g kg⁻¹ de SFT); P2 - substrato básico com adubação fosfatada (0,22g kg⁻¹ de SFT).

Os FMAs introduzidos causaram um efeito significativo em relação aos FMAs nativos, na altura das plantas estabelecidas no substrato com 40 e 10% de esterco de curral, não havendo diferença nos demais tratamentos.

Em relação a massa de matéria seca das plantas, os FMAs introduzidos foram significativamente superiores aos nativos nos substratos com 10% de esterco de curral, 10% de composto de lixo urbano e com adição de 0,22g de superfosfato triplo por quilograma de terra (P_2). As plantas colonizadas por FMAs nativos e obtidas nos substratos com 40% de esterco de curral e 10% de vermicomposto diferiram significativamente dos demais substratos (Figura 11B).

De uma maneira geral, os FMAs introduzidos tiveram melhor efeito no desenvolvimento das plantas que os nativos, embora ambos tenham sido afetados pelo tipo de substrato. Provavelmente, os fungos nativos foram menos competitivos que os introduzidos.

As doses de fósforo utilizadas nos tratamentos P_1 e P_2 não foram suficientes para melhorar o crescimento das plantas, embora Peixoto (1986) tenha constatado em mudas de maracujazeiro um aumento nos valores do comprimento da raiz principal, da massa de matéria seca do sistema radicular, do diâmetro do caule, da altura das mudas, da massa de matéria seca da parte aérea, da área foliar e do teor de magnésio com doses crescentes de superfosfato simples (3,0; 6,0 e 9,0 kg m⁻³).

Trindade et al. (1996) observaram resposta no crescimento da planta à aplicação de composto de lixo e à inoculação com *Glomus clarum*, principalmente no solo não fumigado.

Não houve diferença entre os substratos em relação à colonização radicular por FMAs nativos, embora tenha ocorrido em relação a colonização de FMAs introduzidos (Figura 11C).

A porcentagem de colonização radicular por FMAs nativos foi

significativamente superior em relação aos introduzidos nos substratos com 40% de esterco de curral, com 10% de vermicomposto, com adição de 0,44 e 0,22g de superfosfato triplo por quilograma de terra (Figura 11C).

4.3.2. Teor, quantidade acumulada e eficiência de utilização de fósforo

Os substratos não diferiram significativamente entre si em relação ao teor de fósforo nas plantas, quando da inoculação por FMAs (Figura 12A). Os FMAs nativos favoreceram a absorção de fósforo pelas plantas nos substratos com composto de lixo urbano e com adição de 0,22g de superfosfato triplo por quilograma de terra, que de acordo com Trindade et al. (1996) dá uma idéia da eficiência dos fungos nativos em absorver e translocar o fósforo.

Os maiores acúmulos de P foram observados nas plantas obtidas com adição de 40% de esterco de curral, tanto no substrato inoculado como no não inoculado (Figura 12B), confirmando que altos teores de P no substrato (Tabela 3) pode não alterar o acúmulo de P mesmo em plantas micorrizadas (Menge et al., 1980). Somente no substrato com 10% de esterco de curral as plantas colonizadas por FMAs introduzidos diferiram significativamente das colonizadas por nativos.

A resposta à inoculação por FMAs selecionados em substratos não fumigados (onde existe uma microbiota de FMAs nativos) depende do grau de infectividade e eficiência dos endófitos introduzidos e dos nativos (Abbott e Robson, 1981). Solos com baixa densidade de propágulos ou com densidade mais elevada mas associada a baixa eficiência, aumenta a chance de resposta da planta à introdução de FMAs selecionados (Robertson et al., 1988).

Figura 12. Teor (A), quantidade acumulada (B) e eficiência de utilização de fósforo (C) da parte aérea de mudas de maracujazeiro cultivadas em diferentes substratos não fumigados, inoculados e não inoculados por FMAs. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% pelo Teste de Tukey. Letras minúsculas - comparação entre fontes de matéria orgânica e adubação fosfatada; asterisco - comparação entre FMAs nat. e FMAs intr. + nat.

Legenda: SB - substrato básico; EC40 - esterco de curral a 40%; EC10 - esterco de curral a 10%; CLU - composto de lixo urbano a 10%; VC - vermicomposto de lixo urbano a 10%; P1 - substrato básico com adubação fosfatada (0,44g kg⁻¹ de SFT); P2 - substrato básico com adubação fosfatada (0,22g kg⁻¹ de SFT).

No geral as plantas colonizadas pelos FMAs nativos e estabelecidas no substrato com 40% de esterco de curral apresentaram um maior EUF (Figura 12C). Nos substratos com FMAs introduzidos, as plantas não diferiram significativamente quanto a EUF absorvido.

A EUF das plantas colonizadas por FMAs introduzidos diferiram significativamente das colonizadas por FMAs nativos somente com a adição de 10% de composto de lixo urbano, confirmando a interação que pode ocorrer entre o composto e os fungos introduzidos (Trindade et al., 1996).

5. CONCLUSÕES

- Somente as plantas micorrizadas responderam a adição de composto de lixo urbano ao substrato.

- Houve efeito da micorrização a partir da dose de 10% de esterco de curral ao substrato.

- A adição de 10% de esterco de curral, 10% de composto de lixo urbano, 10% de composto orgânico comercial e 10% de húmus de minhoca promoveu maior desenvolvimento das plantas micorrizadas.

- Os fungos micorrízicos arbusculares introduzidos aos substratos com adição de 10% de esterco de curral, 10% de composto de lixo urbano e 0,22g de superfosfato triplo por quilograma de terra causaram maior crescimento das plantas que os fungos nativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, L.K.; ROBSON, A.D. Infectivity and effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi: effect of inoculum type. **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v.32, p.631-639, 1981.
- AMBLER, J.R.; YOUNG, J.L. Techniques for determining root length infected by vesicular-arbuscular mycorrhizal. **Soil Science**, v.41, p.551-556, 1977.
- ANDRADE, L.A.B.L. Influência da associação micorrízica e da adição de matéria orgânica sobre o crescimento de *Brachiaria decumbens* em estéril de mineração de ferro e bauxita. Viçosa, 1991. 53p. Dissertação (M. S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE. cap.3, p.31.
- AQUINO, A.M.; ALMEIDA, D.L; DE-POLLI; H. Dinâmica da liberação de nutrientes dos vermicompostos utilizando milho como planta teste. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina, 1994. **Resumos**. Petrolina: SBCS/EMBRAPA-CPATSA, 1994. p. 194-195.
- AVIO, L.; GIOVANETTI, M. Vesicular-arbuscular mycorrhizal infection of lucerne roots in a cellulose-amended soil. **Plant and Soil**, v.112, p.99-104, 1988.

- AZCON-AGUILAR, C.; BAREA, J.M.; ROLDAN-FAJARDO, B.E. Avances recientes en el estudio de las micorrizas VA. II. Factores que afectan su formación y función y aplicaciones prácticas en agricultura. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.42, p.943-958, 1984.
- AZEVEDO, I.C.; SILVEIRA, A.P.D.; OLIVEIRA, E. de Efeito da adubação fosfática e de fungos micorrízicos arbusculares (MA) na produção de muda de mangueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 5., Lavras, 1995. **Resumos**. Lavras: UFLA, 1995. p.255.
- BACKERS, M.A.; KÄMPF, A.N. Substratos a base de composto de lixo urbano para produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.5, p.753-758, 1991.
- BAREA, J.M.; AZCON-AGUILAR, C.; ROLDAN-FAJARDO, B. Avances recientes en el estudio de las micorrizas VA I. Formación, funcionamiento y efectos en nutrición vegetal. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.43, p.659-677, 1984.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F, FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (IAC. Boletim, 78).
- BAYLIS, G.T.S. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: SANDERS, F.E.; MOSSE, B.; TINKER, P.B. (Ed.). **Endomycorrhizas**. New York: Academic Press, 1975. p.373-389.
- BERTON, R.S. Adubação orgânica. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.30-35.

- BERTON, R.S. Utilização do composto de lixo na agricultura. In: ALOISI, R.R. et al., ed. CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., Águas de Lindóia, 1996. **Anais em CD-ROM**. Águas de Lindóia, 1996.
- BRAGA, N.R. Adubação verde para os citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.7, p.299-307, 1986.
- CARDOSO, E.J.B.N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A.P.D.; OLIVEIRA, M.H.A. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares em porta-enxertos de citrus. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.25-30, 1986.
- CATI. **Formação de mudas de maracujá**. Campinas, 1985. 3p. (CATI. Comunicado Técnico, 93).
- CHU, E.Y. Endomicorriza dependência da acerola. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 4., Mendes, RJ, 1991. **Resumos**. Itaguaí: EMBRAPA; UFRRJ, 1991. p.176.
- 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, 1994. pt. 5, cap.20, p.383-418: Micorrizas.
- COLOZZI-FILHO, A.; CARVALHO, S.L.C. Efeito de micorrizas arbusculares na produção do maracujazeiro a campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p.287-288.
- CRAVO, M.S. Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface. Piracicaba, 1996. 148p. Tese.(Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

- DUNNE, M.J.; FITTER, A.H. The phosphorus budget of a field-grown strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Hapil) crop: Evidence for a mycorrhizal contribution. **Annals of Applied Biology**, v.114, n.1, p.185-193, 1989.
- EZETA, F. N.; SANTOS, O. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacaueiro. **Revista Brasileira de Solo**, v.5, p.22-27, 1981.
- FONSECA, E.de P. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "win-strip". Viçosa, 1987. 78p. Dissertação (M. S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- FRANKE, M.; BELLEI, M., SANTOS, R. C. F.; GALLOTTI, G. Presença e infectividade de fungos micorrízicos VA (FMVA) em solos de pomares de videira em Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 3., Piracicaba, 1989. **Resumos**. Piracicaba: CENA; ESALQ, 1989. p.50.
- FRED GUZMAN, A. Efeitos benéficos de microorganismos del suelo em desarrollo de algunas espécies frutales. In: SIENERDING, E.; FRAGER, M.S.; OTERO, N.V. **Investigaciones sobre micorrizas en Colombia, memorias del primer curso nacional sobre micorrizas**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 1985. 308p.
- GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizae *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transaction British Mycological Society**, v.46, p.235-244, 1963.
- GILDON, A.; TINKER, P.B. Interactions of vesicular-arbuscular mycorrhizal infection and heavy metals in plants. I. The effects of heavy metals on the development of vesicular-arbuscular mycorrhizas. **New Phytologist**, v.95, p.247-261, 1983.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p.

- GRAÇA, J. Estudo sobre a propagação do maracujazeiro (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) através de sementes e estacas. Jaboticabal, 1990. 92p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- GRAHAM, J.H.; TIMMER, L.W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of Rough lemon in soil and soilless media: effect of phosphorus source. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.109, p.118-121, 1984.
- GRAHAM, J.H., LINDERMAN, R.G.; MENGE, J.A. Development of external hyphae by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of troyer citrange. **New Phytologist**, v.91, p.183-189, 1982.
- GRAS, G.; HURTADO, R. Substratos para patrones de naranjo agrio (*Citrus aurantium*) em fase de viveiro. I. Efectos sobre el crecimiento. **Ciencia y Tecnica en la Agricultura, Citricos y outras Frutales**, Cuba, v.5, p.103-118, 1982.
- GUTTAY, A.J.R. The interaction of fertilizers and vesicular-arbuscular mycorrhizae in composted plant residue. **Journal of American Society Horticultural Science**, v.108, p.222-224, 1983.
- HALL, I.R. Endomycorrhizas of *Metrosideros umbellata* and *Weinmannia racemosa*. **New Zealand Journal of Botany**, v.13, p.46-61, 1975.
- HAYMAN, D.S.; MOSSE, B. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of *Endogene*-inoculated plants in phosphate-deficient soils. **New Phytologist**, v.70, p.19-22, 1971.
- HOWARD, A. An agricultural testament. London: Oxford University Press, 1943. 234p.

- HUGHES, M.; MARTIN, L.W.; BREEN, P. Mycorrhizal influence on the nutrition of strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.103, p.179-181, 1978.
- ISHAC, Y.Z.; EL-HADDAD, M.E.; DAFT, M.J.; RAMADAN, E.M.; ELDEMERDASH, M.E. Effect of seed inoculation, mycorrhizal infection and organic amendment on wheat growth. **Plant and Soil**, v.90, p.373-382, 1986.
- JOHNSON, C.R. Phosphorus nutrition on mycorrhizal colonization, photosynthesis, growth and nutrient composition of *Citrus aurantium*. **Plant and Soil**, v.80, p.35-42, 1984.
- JORGE, J.A. **Solo: manejo e adubação**. (Compêndio de edafologia). São Paulo: Nobel, 1983. cap.8, p.123-137: A matéria orgânica dos solos.
- KIEHL, E.J.; PORTA, A. Métodos de amostragem de lixo e composto e interpretação dos resultados obtidos. 1979. 11p. (Mimeografado).
- KIERNAN, J.M; HENDRIX, J.W.; STOLTZ, L.P.; MARONEK, D.M. Characterization of strawberry plants specific mycorrhizal fungi. **HortScience**, v.19, p.883-885, 1984.
- KOCH, B.L.; CONEY, R.P.; LARSEN, H.J. Response of apple seedlings in fumigated soil to phosphorous and vesicular-arbuscular mycorrhiza. **HortScience**, v.17, n.2, p.232-233, 1982.
- KOSKE, R.E.; GEMMA, V.N. A modified procedure fore staining roots to detect VA mycorrhizas. **Mycological Research**, v.92, n.4, p.488-505, 1989.
- LAMBERT, D.H.; STOUFFER R.F. ; COLE JR, H. Stunting of peach seedlings following soil fumigation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.104, n.4, p.433-435, 1979.

- LIN, M.T. Uso de micorrizas em fruticultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.8, n.3, p.47-55, 1986.
- LIN, M.T.; MATTOS, M.A.C.; ASSIS, M.; CABEL, S.R. Influência de inoculantes endomicorrízicos no desenvolvimento de porta-enxertos micropropagados de macieira MM 106 em dois substratos. In: REUNÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 2., São Paulo, 1987. **Resumos**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente e da Agricultura e Universidade de São Paulo, 1987. p.10-11.
- LOVATO, P.E.; MARCHESINI, G.; KOLLER, O.; BRIDL, A.M. Avaliação de micorrização em goiabeira e citros de pomares de Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 3., Piracicaba, 1989. **Resumos**. Piracicaba: CENA; ESALQ, 1989. p.48.
- MARONECK, D.M.; HENDRIX, J.W.; KIERNAN, J. Mycorrhizal fungus and their importance in horticultural crop production. In: MENDER, W.J.; MARDUSKY, F.J.; PIERCE, L.C. (Ed.). **Horticultural Reviews**. Connecticut: AVI Publ., 1981. p.172-213.
- MARTIN, J.P.; FARMER, W.J.; ERVIN, J.O. Influence of steam treatment and fumigation of soil on growth and elemental composition of avocados seedlings. **Soil Science Society American Proceedings**, v.37, p.56-60, 1973.
- MARTINEZ, J.A.; BONONI, V.L.R.; YAMASHIRO, T.; OSHITO, A.K. Efeito de micorrizas vesículo-arbusculares sobre *Fusarium oxysporum* em plantas de bananeira. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 3., Piracicaba, 1989. **Resumos**. Piracicaba: CENA; ESALQ, 1989. p.81.
- MAZUR, N.; SANTOS, G. de A.; VELLOSO, A.C.X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, p.153-156, 1983.

- MEINICKE, A.C. **Micorriza: terra viva produtiva para sempre**. Ponta Grossa: INPAGE, 1991. 57p.
- MELETTI, L.M.M. **Instruções técnicas para a cultura do maracujá no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1995. 26p. (Boletim técnico 158).
- MENGE, J.A. Utilization of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. **Canadian Journal of Botany**, v.61, p.1115-1124, 1983.
- MENGE, J.A.; JOHNSON, E.,L.V. ; PLATTI, R.G. Mycorrhizal dependency of several citrus cultivars under three nutrient regimes. **New Phytologist**, v.81, p.553-539, 1978b.
- MENGE, J.A., DAVIS, R.M., JOHNSON, E.L.V. ; ZENTMYER, G.A. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injuri in avocado. **California Agriculture**, v.32, n.4, p.6-7, 1978c.
- MENGE, J.A.; LARUE, J.; LABANAUSKAS, C.K.; JOHNSON, E.L.V. The effect of two mycorrhizal fungi upon growth and nutrition of avocado seedling grown with six fertilizer treatments. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.105, n.3, p.400-404, 1980.
- MENGE, J.A.; STEIRLE, D.; BAGYARAJ, D.J.; JOHNSON, E.L.V.; LEONARD, R.T. Phosporus concentration in plants responsible for inhibition of mycorrhizal infection. **New Phytologist**, v.80, n.4, p.575-578, 1978a.
- MILLER, D.D.; DOMOTO, P.A.; WALKER, C. Colonization and efficacy of different endomycorrhizal fungi with apple seedlings at two phosphorus levels. **New Phytologist**, v.100, p.393-402, 1985.
- MINHOCAS: A fábrica de adubos. In: Anuário A Granja do Ano, n.4, p.112-119, 1989.

- MOSSE, B.; POWELL, C.L.; HAYMAN, D.S. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. IX. Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhiza, rock phosphate and symbiotic nitrogen fixation. *New Phytologist*, v.76, p.331, 1976.
- NAPPI, P. Influenza delle tecniche di lavorazione del suolo e della stagionisulle micorrize vesicolo-arbuscolari del melo. *Micologia Italiana*, Torino, v.3, p.39-46, 1983.
- OLIVEIRA, E. de.; AZEVEDO, I.C.; SILVEIRA, A.P.D.; MELETTI, L.M.M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares nativos e introduzidos na produção de muda de maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., Salvador, 1994. **Resumos**. Salvador: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. p 843-844.
- PEIXOTO, J.R. Efeito da matéria orgânica no superfosfato simples e no cloreto de potássio na formação de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, DEG.). Lavras, 1986. 101p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- PERUCCI, P. Effect of the addition of municipal solid-waste compost on microbial biomass and enzyme activities in soil. *Biology Fertility of Soils*, Berlin, v.10, p.221-226, 1990.
- RAMIREZ, B.N.; MITCHELL, D.J.; SCHENCK, N.C. Establishment and growth effects of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on papaya. *Mycologia*, v.67, p.1039-1041, 1975.
- ROBERTSON, W.J.; BOYLE, C.D.; BROWN, H.L. Endomycorrhizal status of certified strawberry nursery stock. *Journal of the American Society Horticultural Science*, v.113, n.4, p.525-529, 1988.

- ROLDAN, A.; ALBALADEJO, J. Vesicular-arbuscular mycorrhiza (VAM) fungal populations in a xeric torriorthent receiving urban refuse. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v.25, p.451-456, 1993.
- SAIF, S.R. Vesicular-arbuscular mycorrhizas in tropical forage species as influenced by season, soil texture, fertilizers, host species in ecotypes. **Angewandte Botanik**, Gottingen, v.60, p.125-139, 1986.
- SCHARF, R.; OLIVEIRA, V.L. de; ANJOS, J.T. dos. Caracterização das populações nativas de fungos MVA em solos cultivados com pessegueiro (*Prunus persicae*) no Estado de Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 3., Piracicaba, 1989. **Resumos**. Piracicaba: CENA; ESALQ, 1989. p.49.
- SIDDIQI, M.V.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, p.289-302, 1981.
- SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, Eschborn, 1991. 371p.
- SILVA, L.F.C.; SIQUEIRA, J.O. Crescimento e teores de nutrientes de mudas de abacateiro, mangueira e mamoeiro sob influência de diferentes espécies de fungos vesículo-arbusculares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, p.283-288, 1991.
- SILVA, L.R.C.; SILVEIRA, A.P.D.; AZEVEDO, I.C. Seleção de fungos micorrízicos VA para produção de muda de mangueira, em substrato esterelizado e não esterelizado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 3., Londrina, 1994. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1994. p.97.

- SILVA, J.U.B.; TRINDADE, J.; SILVA, L.M.S.; SOBRAL, L.F.; FONSECA, A.J. Adubação orgânica e mineral e número de parcelamentos para laranjeira 'Baianinha' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) em Sergipe. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA INOVADORA PARA O NORDESTE, 1., Fortaleza, 1986. **Anais**. Fortaleza: BND-ETENE, 1986. p.211-213.
- SILVA Fº, G.N.; ZIMMERMANN Fº, A.A.; SCHARF, R.; BASSO, C. Avaliação da população de fungos endomicorrízicos de tipo VA (FMVA) em solos cultivados com macieira em Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICORRIZAS, 3., Piracicaba, 1989. **Resumos**. Piracicaba: CENA; ESALQ, 1989. p.46.
- SILVEIRA, A.P.D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Ed.). **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. cap.19, p.258-282.
- SILVEIRA, A.P.D; SILVA, L.R.C; AZEVEDO, I.C.; OLIVERA, E.; MELETTI, L.M.M. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para produção de mudas de maracujazeiro, substrato com e sem matéria orgânica. In: CONGRESSO BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1993. p 363-364.
- SIQUEIRA, D.L. Crescimento e absorção de nutrientes pelo abaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill, em função de fósforo e de fungos micorrízicos arbusculares. Viçosa, 1994. 101p. Tese (D. S.) - Universidade Federal de Viçosa.
- SIQUEIRA, J.O.; COLOZZI-FILHO, A. Micorrizas vesículo-arbusculares em mudas de cafeiro. II-Efeito do fósforo no estabelecimento da simbiose. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p.207-211, 1986.

- SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988. cap.5, p.125-177: Micorrizas.
- SOARES, I.; SÃO JOSÉ, A.R.; SANTANA, R.G. Desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo inoculado com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA DA EAUFBA, Cruz das Almas, 1993. **Resumos**. Cruz das Almas: EAUFBA, 1993. s.p.
- THAPAR, H.S.; KHAN, S.N.; RAM, M.A.R.; BAKSHI, B.K. Effect of fertilizers on the development of endomycorrhizae in Kauri pine (*Agathis robusta*). **Indian Forester**, Dehra Dun, v.110, p.1093-1097, 1984.
- TRINDADE, A.V.; VILDOSO, C.I.A.; MUCHOVEJ, R.M.C.; COSTA, L.M. Interação de composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.199-208, 1996.
- WALKER, C. Identifying the endomycorrhizal Endogonaceae. In: REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 2., São Paulo, 1987. **Resumos**. São Paulo: USP, 1987. p.83-97.
- WEBER, O.B. Adubação orgânica e inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxerto de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.12, n.3, p.7-16, 1990.
- WEBER, O.B.; AMORIM, S.M.C. Adubação fosfática e inoculação de fungos micorrízico vesículo-arbusculares em mamoeiro 'Solo'. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.18, p.187-191, 1994.
- ZAMBOLIM, L.; SIQUEIRA, J.O. **Importância e potencial das associações micorrízicas para a agricultura**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1985. 36p. (EPAMIG. Série Documentos, 26).