

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

**SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MUDAS
DE FRUTEIRAS INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS**

LILIANE MACHADO NASCIMENTO PEREIRA

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
OUTUBRO – 2011**

SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MUDAS DE FRUTEIRAS INOCULADAS COM FUNGOS MICORRÍZICOS

LILIANE MACHADO NASCIMENTO PEREIRA

Engenheira Agrônoma
Universidade Federal da Bahia, 1998

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Microbiologia Agrícola.

Orientador: Aldo Vilar Trindade

Co-Orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

OUTUBRO - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

P436 Pereira, Lilians Machado Nascimento.
 Substratos para produção orgânica de mudas de fruteiras inoculadas com fungos micorrízicos / Lilians Machado Nascimento Pereira. _ . Cruz das Almas, Ba, 2011.
 111f.; il.

Orientador: Aldo Vilar Trindade.
Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Frutas. 2.Micorriza – Fungos – Controle. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II. Título.

CDD: 634.3

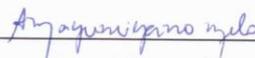
Ficha elaborada pela seção técnica pela biblioteca central da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA
AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
LILIANE MACHADO NASCIMENTO PEREIRA



Dr. Aldo Vilar Trindade
Embrapa Mandioca e Fruticultura
(Orientador)



Dra. Adriana Mayumi Yano de Melo
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Dr. Raul Castro Carriello Rosa
Embrapa Mandioca e Fruticultura

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em
Microbiologia Agrícola em _____ conferindo o
Grau de Mestre em Microbiologia Agrícola em
_____.

*A minha filha Lavínia pela grande
alegria de tê-la, razão da minha vida.*

*Ao meu esposo Marcos, pelo
incentivo, por estar disposto a ajudar,
contribuir e acima de tudo por ter
acreditado em mim.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS pelo Dom da vida, pela força e por estar sempre presente comigo, iluminando meus passos e minha mente, dando-me sabedoria para que eu pudesse concluir mais esta etapa da minha vida.

Aos meus amados pais Valter e Lêda, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos, pelos incentivos na ampliação dos meus conhecimentos e pelos exemplos que norteiam a minha vida. Sou eternamente grata a vocês.

Aos meus irmãos Livia e Fabrício, pela torcida e carinho.

Ao meu querido tio José Carlos Nascimento pela contribuição e conhecimentos compartilhados, exemplo de profissional.

Ao Dr. Aldo Vilar pela oportunidade de trabalhar sob sua orientação, pela confiança, amizade e conselhos, compartilhando seus conhecimentos, contribuindo para minha formação profissional.

Ao Dr. Carlos Ledo pela amizade, paciência, incentivo e por estar sempre disposto a ajudar nas análises estatísticas, por todos os ensinamentos e contribuições indispensáveis à realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da UFRB e Embrapa Mandioca e Fruticultura pela oportunidade de realização do curso.

Aos colegas do Laboratório de Microbiologia do Solo e Resíduos Orgânicos, Jorge, Simara, Kaliane Silva e Luciano pela grande ajuda, contribuindo para a realização deste trabalho.

A João Vieira técnico do Laboratório de Nematologia pela disponibilidade e ensinamentos práticos.

A Lucidalva, bibliotecária da Embrapa Mandioca e Fruticultura pela boa vontade e colaboração.

A todos do Laboratório de Solo e Nutrição de Plantas da Embrapa no qual foram realizadas algumas etapas desta pesquisa.

A Capes pela concessão da bolsa durante o período do curso.

Aos colegas do curso pelo convívio e amizade.

“Aprende que o tempo não é algo que você possa voltar para trás; portanto, plante o seu jardim e decore sua alma, ao invés de esperar que alguém lhe traga flores.

E você aprende realmente que pode suportar que realmente é forte, e que pode ir muito longe...

Depois de pensar que não se pode mais. E que realmente a vida tem valor e que você tem valor diante da vida”.

William Shakespeare

ÍNDICE

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO GERAL	01
CAPÍTULO 1	
Produção de Mudanças Micorrizadas	03
1. Substrato de produção de mudas	06
2. Fungos micorrízicos arbusculares	10
3. Fungos micorrízicos arbusculares vs. substratos	13
4. Fungos micorrízicos arbusculares vs. produção de mudas	16
CAPÍTULO 2	
Combinação de Substratos e Fungos Micorrízicos para a Produção de Mudanças de Fruteiras	23
Resumo	24
Abstract	25
Introdução	26
Material e Métodos	28
Resultados	39
Discussão	56
Conclusões	62
CAPÍTULO 3	
Ajuste de Substratos para Produção de Mudanças de Maracujazeiro Micorrizado	63
Resumo	64
Abstract	65
Introdução	66
Material e Métodos	68
Resultados	76
Discussão	82
Conclusões	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
REFERÊNCIAS	88
ANEXOS	107

RESUMO

PEREIRA, L.M.N. Substratos para produção orgânica de mudas de fruteiras inoculadas com fungos micorrízicos.

A associação mutualística formada entre fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e as raízes de fruteiras é de grande importância e interesse para a agricultura. A introdução destes microrganismos, como um recurso natural, em substratos alternativos no processo de produção de mudas frutíferas é uma alternativa promissora para o desenvolvimento econômico e ambientalmente sustentável, podendo contribuir para redução dos custos com fertilizantes. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inoculação em diferentes substratos na resposta do desenvolvimento das mudas de fruteiras. No primeiro experimento foram elaborados substratos tendo como base dois compostos orgânicos (irrigados com água e com manipueira), misturados com vermiculita ou casca de eucalipto, além do substrato comercial. Estes substratos foram utilizados para a obtenção de mudas de mamão, citros e maracujá, combinando-se com a inoculação de uma mistura de fungos micorrízicos arbusculares. No segundo experimento, foram elaborados substratos tendo como base o composto orgânico irrigado com manipueira, misturados com vermiculita e casca de eucalipto, em diferentes proporções, além do substrato comercial usado como testemunha. Estes substratos foram utilizados para a obtenção de mudas de maracujazeiro, combinando-se com a inoculação de diferentes espécies de fungos micorrízicos. Para os dois experimentos a colonização micorrízica das mudas de todas as espécies foi fortemente afetada pelos substratos testados, provavelmente pela fertilidade natural destes. Os novos substratos testados promoveram melhor desenvolvimento que o comercial e são potencialmente indicados para a produção de mudas das fruteiras testadas, porém não permitem a expressão de fungos micorrízicos arbusculares.

Palavras - chave: composto orgânico, micorriza, colonização.

ABSTRACT

PEREIRA, L.M.N. Substrates for organic production of fruit crop seedlings inoculated with mycorrhizal fungi.

The mutuality association between mycorrhizal arbuscular fungi (MAF) and fruit crop roots has great importance and economic interest for agriculture. Introduction of these organisms, as a natural resource, as alternative substrates for the production process of fruit seedlings, is a promising economical alternative, being fundamental for the sustainable development, because it could contribute to the reduction of fertilizer costs. The present studies have as goal to evaluate the effect of mycorrhiza inoculation of different substrates as response to growth development of fruit crop seedlings. In an first experiment, substrates were elaborated having as basis two organic compounds (irrigated with water and with cassava effluent), mixtured with vermiculite and eucalyptus bark, besides a commercial substrate. These substrates were utilized to obtain papaya, citrus and passion fruit seedlings, by combining with the inoculation of a mixture of arbuscular mycorrhiza fungi. In an second experiment, substrates were elaborated having as basis the organic compost irrigated with cassava effluent, mixture with vermiculite and eucalyptus bark, under different proportions, and a commercial substrate utilized as an experimental trial. These substrates were utilized to obtain passion fruit seedlings, combining with inoculation from different species of mycorrhizal fungi. For the two experiments, the mycorrhizal seedlings colonization of all species treated were affected by the substrates tested, probably due to the natural fertility of them. The new substrates tested have promoted better growth development than the commercial substrates and are potentially indicated for seedlings production of the crop species tested.

Key Words: organic compost, mycorrhiza, colonization.

INTRODUÇÃO GERAL

O interesse pela fruticultura tem crescido mundialmente, com a abertura dos mercados asiáticos e maior exigência dos consumidores por produtos saudáveis, obtidos por procedimentos sustentáveis, como os de sistemas orgânicos (TRINDADE et al., 2010). Desta forma, a produção econômica de frutas de alta qualidade deve priorizar o uso de métodos ecologicamente mais seguros, minimizando o uso de agroquímicos, visando à proteção do ambiente e da saúde humana, fazendo com que a fruticultura orgânica seja uma das melhores opções agrícolas na atualidade.

No Brasil a oportunidade dos orgânicos está nas pequenas cooperativas de produção, em assentamentos de reforma agrária e ou em unidades agrícolas individualizadas. Dados mostram que cerca de 80% dos 20 mil produtores orgânicos brasileiros são familiares (SEBRAE, 2009).

A produção de mudas de fruteiras tem como um dos principais insumos o substrato que pode ser obtido de empresas, mas também elaborado como parte do próprio sistema, usando resíduos disponíveis diversos. A compostagem, técnica milenar e de fácil acesso, é a principal tecnologia para gerar compostos e substratos orgânicos adequados ao desenvolvimento das mudas. Na Instrução Normativa 64 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, atualizada em 2008, os sistemas de produção orgânica devem incluir já na fase de muda a adoção de produtos e tecnologias adequados aos padrões orgânicos. Neste sentido, o uso de um recurso natural, de comprovado efeito agrônômico, como os fungos micorrízicos, devem ser avaliados e estimulados.

Assim, a introdução de fungos micorrízicos arbusculares, na fase de produção de mudas, é uma melhoria buscada para várias culturas. As micorrizas aumentam a zona de exploração das raízes, permitindo maior suprimento de nutrientes à planta, principalmente daqueles de menor mobilidade, como o fósforo. Com isto, pode-se fazer uso de fontes orgânicas ou de menor solubilidade, recomendadas para o cultivo orgânico. A inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) vem sendo avaliada na fase de produção de

mudas, podendo-se ter, dentre outros efeitos, maior desenvolvimento da planta, taxa de sobrevivência, homogeneidade e menor tempo de cultivo até o plantio.

Assim sendo, como já comprovados, são inúmeros os benefícios das micorrizas para as plantas, porém podem sofrer alterações dependendo do manejo adotado nas culturas, da diversidade de espécies e o potencial de inóculo. Por isso, a introdução de FMAs eficientes em viveiros de diversas fruteiras tem sido recomendado, em especial para aquelas altamente dependentes da condição micorrízica como os citros, mamão, maracujá entre outras (SILVEIRA; GOMES, 2007).

No primeiro capítulo deste trabalho foram abordados, na forma de uma revisão bibliográfica, aspectos relacionados à utilização de substratos para produção de mudas de fruteiras, além de particularidades referentes aos fungos micorrízicos arbusculares, e a interação destes com substratos e produção de mudas, como uma alternativa para melhor desenvolvimento das plantas. No segundo capítulo apresentam-se resultados da pesquisa sobre a inoculação de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de mamão, maracujá e citros, em diferentes substratos. No terceiro capítulo a pesquisa baseou-se no ajuste de diferentes tipos de substratos na produção de mudas de maracujazeiro inoculadas com diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares. As hipóteses em estudo fundamentam-se na idéia de que a constituição de substratos com fontes alternativas de matéria orgânica pode superar o substrato comercial; a inoculação micorrízica pode potencializar o efeito dos substratos testados, o preparo de composto com manipueira gera um produto melhor que o composto irrigado com água, e o efeito da interação inóculo versus substrato depende da espécie da fruteira.

Considerando que ainda existem poucos estudos direcionados a inoculação de fungos micorrízicos na produção orgânica de fruteiras, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito da inoculação em diferentes substratos na resposta do desenvolvimento das mudas de fruteiras.

CAPÍTULO 1

Produção de Mudanças Micorrizadas

RESUMO

PEREIRA, L. M.N. Produção de mudas micorrizadas.

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre substratos para produção de mudas, as particularidades referentes aos fungos micorrízicos arbusculares, associações entre fungos e raízes, e a interação destes com substratos e produção de mudas. Primeiramente foram abordadas características relacionadas à escolha e utilização de um substrato adequado para produção de mudas, a melhor mistura a ser utilizada para cada espécie, bem como a diversidade de materiais, uma vez que fornece diferentes características que irão influenciar na disponibilidade de nutrientes. Posteriormente foi realizada uma descrição sobre os fungos micorrízicos arbusculares, grupo de grande interesse agrônômico, que formam o principal componente das populações microbianas influenciando no crescimento de plantas e na absorção de nutrientes. Foi dado enfoque as características gerais, benefício da associação, bem como a formação da simbiose micorrízica. Em seguida foram discutidos aspectos de como os diversos tipos de substratos e compostos orgânicos podem interferir na colonização micorrízica, principalmente em função do nível de fertilidade, uma vez que o meio de cultivo deve ser ajustado para permitir a colonização pelo fungo. Finalizando esta revisão, realizou-se uma abordagem de como os fungos micorrízicos arbusculares constituem uma das alternativas para otimização da obtenção de mudas frutíferas, em especial o mamão, maracujá e citros, podendo ser uma importante ferramenta biotecnológica.

Palavras - chave: micorrizas, colonização, composto orgânico.

ABSTRACT

PEREIRA, L. M. N. Production of mycorrized seedlings.

A bibliographic review on substrates for seedlings production was done followed by particularities of the arbuscular mycorrhizal fungi, associations between fungi and roots and its interactions with seedlings production. To begin with, the characteristics related to the choice and utilization of adequate substrates for seedlings production, better mixtures for each species as well as the organic material diversity, were considered because those will influence nutrients availability. Also, were worked, a description on the arbuscular mycorrhizal fungi, group of great agronomic interest, because they are the principal component of the microbial populations influencing the absorption of nutrients and the plant growth as well as the mycorrhizal symbiotic association. It was discussed aspects concerning substrates types and organic compounds which could influence in the mycorrhizal colonization, mainly in function of level of fertility because the necessary adjustment of crop environment in order to permit the fungi to colonize. To finish, it was discussed how these fungi could represent an alternatives for seedlings production optimization in special papaya, passion fruit and citrus which could represent an important biotechnological instrument for economical agriculture.

Key words: mycorrhiza, colonization, organic compost.

1. Substrato na produção de mudas.

A produção de mudas é um dos fatores primordiais para o bom estabelecimento de uma cultura, podendo influenciar na produtividade e qualidade dos frutos (BASTOS, 2007). Entretanto, para obtenção de mudas de boa qualidade, é necessário o estudo de um substrato adequado (YAMANISHI, 2004), que forneça os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta (MENDONÇA et al., 2002), e apresente condições adequadas à germinação e desenvolvimento do sistema radicular da mesma (ARAÚJO et al., 2010).

O termo substrato se aplica ao meio onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas na ausência de solo, propiciando suporte às plantas, suprimindo suas necessidades de ar, água e nutrientes (KAMPF, 2000; TAVEIRA, 1996).

Por ser considerado um dos fatores de maior influência na formação e produção de mudas, o substrato pode apresentar vantagens, mas também desvantagens, em função, principalmente, da espécie frutífera, por isso vem sendo estudado intensamente para obterem-se melhores condições de desenvolvimento e formação de mudas de qualidade (MENEZES JÚNIOR; FERNANDES, 1999).

Desta forma Milner (2002), aponta algumas vantagens para produção em substrato, dentre elas, melhor monitoramento da irrigação; altas produtividades e qualidade devido à otimização das condições da rizosfera; e possibilidade de introduzir novas plantas que não se desenvolveriam bem em solos locais. Ele também apresenta algumas desvantagens como o constante monitoramento; infecção causada por doença de raízes; custos relativamente elevados e problemas ambientais.

De acordo com Silva et al. (2001), os melhores substratos para a formação de mudas devem apresentar, entre outras importantes características, disponibilidade de aquisição e transporte, ausência de patógenos, riqueza em nutrientes essenciais, pH adequado, textura e estrutura. É necessário verificar para cada espécie qual o melhor substrato ou a melhor combinação (mistura) de substrato a ser utilizada (FACHINELLO et al., 1995). Assim sendo, a mistura de diferentes componentes para se conseguir um substrato adequado à obtenção de mudas de qualidade, e com sanidade adequada em curto período de tempo, pode

propiciar ganhos na produção de mudas da espécie frutífera e ainda ocasionar a redução do custo final (DAVID et al., 2008).

O substrato para produção de mudas pode ser obtido de empresas, que dispõem de diversas marcas comerciais, sendo compostos na sua grande maioria por casca de pinus e eucalipto. Entretanto, de acordo com Silva et al. (2010), os substratos normalmente são preparados pelos próprios produtores que utilizam diversos materiais puros ou em misturas, levando em consideração, principalmente, a disponibilidade regional.

Podem ser elaborados com diferentes tipos de matérias-primas (ABREU, 2002) e ter diversas origens: animal (esterco, húmus), vegetal (tortas, bagaços, xaxim, serragem), mineral (vermiculita, perlita, areia) e artificial (espuma fenólica, isopor) (BEZERRA; ROSA, 2002). Esta diversidade de materiais fornece diferentes características que irão influenciar na disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, na recomendação, monitoramento e manejo eficiente da adubação (ABREU, 2002).

No Brasil a utilização de substratos apresenta-se em grande expansão, fazendo com que cresça cada vez mais a procura pelo produto, e conseqüentemente a agroindústria que precisa atender o mercado com esse importante insumo. Neste sentido, o que torna a indústria ainda mais interessante sob o aspecto de preservação ambiental (KAMPF, 2002).

Para Primo et al. (2010), o aproveitamento agrícola de resíduos agroindustriais na forma de composto orgânico, resulta em maior sustentabilidade dos sistemas agrícolas devido à reciclagem de nutrientes no sistema e a redução da contaminação ambiental, decorrente de uma disposição inadequada. Dessa forma, obtém-se um material alternativo, de baixo custo e que melhora a produtividade (BRAGA et al., 2008).

A compostagem por ser considerada uma técnica de fácil acesso, tem sido bastante utilizada para produzir compostos e substratos orgânicos adequados ao desenvolvimento das mudas. Assim, o uso de fontes alternativas de matéria orgânica na formação de substratos é imprescindível para os programas de produção orgânica, principalmente dirigida a pequenos produtores (GARRIDO et al., 2007).

Segundo Leal et al. (2007), os compostos orgânicos podem fornecer os nutrientes necessários ao crescimento de várias culturas e devem possuir boas propriedades físicas para serem utilizados como substrato.

Na fase de produção de mudas a utilização de diferentes substratos e dosagens tem influenciado significativamente no crescimento de plantas. Para a cultura do mamão diversas misturas de substratos são utilizadas, como solo e esterco bovino na proporção de 3:1 (SOARES, 1998), ou solo, areia e esterco bovino curtido na proporção de 3:1:1 ou 2:1:1 (TRINDADE; OLIVEIRA, 1999).

Negreiros et al. (2004), avaliando a influência de diversos substratos na formação de mudas de maracujazeiro- amarelo, tendo como base: Plantmax; substrato - A (esterco bovino, solo, areia e vermiculita na proporção de 2:1:1:1); substrato - B (plantmax; solo, areia e vermiculita - 1:1:1:1) e substrato - C (plantmax, esterco bovino, solo e areia -1:1:1:1), concluíram que a altura das plantas foi influenciada pelos diferentes substratos verificando-se melhor desenvolvimento no substrato a base de plantmax, esterco bovino, solo e areia, seguido do esterco bovino, solo areia e vermiculita. Posteriormente, Negreiros et al. (2005), estudando diferentes substratos em mudas de mamoeiro, observaram que os substratos contendo esterco de bovino, solo, areia e vermiculita na proporção de 2:1:1:1 e Plantmax, esterco bovino, solo e areia 1:1:1:1, são boas alternativas para formação das mudas.

Já Donadio (1991) comparando o uso de solo mais esterco bovino (1:1) com solo mais vermiculita e casca de pinus (1:1:1), observou que não houve diferença para a produção de mudas do porta enxerto limão 'Cravo', porém constatou que estes foram melhores que a combinação solo mais esterco bovino mais vermiculita (1:1:1).

Em trabalhos de Araújo et al. (2010), o esterco caprino influenciou positivamente no crescimento das mudas de mamoeiro, sendo observado que a mistura de 30% de terra, 35% de plantmax e 35% de esterco caprino constitui-se em um substrato adequado.

Segundo Mendonça et al. (2003), a produção de mudas de maracujazeiro em tubetes, com quatro tipos de substratos, vermiculita enriquecida com substrato comercial, moinho de carvão vegetal, esterco de curral curtido e mistura de carvão com esterco, demonstrou que o esterco de curral curtido proporcionou melhor desenvolvimento das mudas.

Os resíduos orgânicos surgem como uma alternativa para diminuir os custos com a adubação química, pois são materiais, em geral, ricos em sua composição química, que são capazes de propiciar um bom desenvolvimento às plantas (CUNHA et al., 2005). Trindade et al. (2000), observaram que a suplementação de fósforo (P) e potássio (K) ao substrato contendo 30% de esterco não teve efeito significativo no desenvolvimento das mudas de mamão.

Entretanto, um fator muito importante relacionado ao uso de substratos orgânicos é o nível da fertilidade, devido a grande diversidade de materiais utilizada na sua composição; onde nem sempre os substratos apresentam concentrações ideais de nutrientes para o desenvolvimento de plântulas (BEZERRA; ROSA, 2002).

De acordo com Silva et al. (2010), nos últimos anos, o P tem ganhado destaque nas pesquisas relacionadas com a produção de mudas de espécies frutíferas, sendo que a ausência ou a deficiência deste nutriente no substrato faz com que o sistema radicular fique menos desenvolvido, principalmente as raízes secundárias, o que reduz a capacidade da muda em absorver água e demais nutrientes para o seu desenvolvimento.

A utilização do substrato proporciona melhores condições físicas, químicas e biológicas ao desenvolvimento das plantas (KÄMPF, 2001). Segundo Milner (2002), as propriedades físicas de um substrato são mais importantes que as químicas, já que não podem ser facilmente modificadas; porém as químicas, como concentração de sais, teores de nutrientes e valores de pH podem ser modificadas através da irrigação e da fertirrigação.

A qualidade física do substrato é utilizada num estágio de desenvolvimento em que a planta é muito suscetível ao ataque por microrganismos e pouco tolerante ao déficit hídrico, onde, o substrato deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta (CUNHA et al., 2006).

As propriedades biológicas estão relacionadas à comunidade microbiana presente no material (MAIORANO et al., 2002). Segundo Tristão (2006), a diversidade e atividade da microbiota influenciam diretamente várias características do substrato, tais como a agregação de suas partículas, a

disponibilidade de determinados nutrientes, a aeração, o armazenamento de água e outros, refletindo no desenvolvimento da planta.

2. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

Os microrganismos fazem parte do solo de maneira indissociável, sendo responsáveis por inúmeras reações bioquímicas, atuando como reguladores de nutrientes, pela decomposição da matéria orgânica e ciclagem dos elementos (ANDREOLA; FERNANDES, 2007).

Assim, entre as inúmeras relações biológicas existentes, destacam-se as simbioses entre plantas e microrganismos heterotróficos, como as micorrizas, que são associações entre fungos e raízes (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), originado do grego, em que "mico" significa fungo e "riza" raízes.

Estes organismos surgiram há cerca de 400 milhões de anos, período que coincide com o aparecimento das plantas terrestres, compreendido entre 462 e 352 milhões de anos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Entretanto o termo micorriza só foi proposto pelo botânico alemão Albert Bernard Frank, em 1885. Esta associação já era conhecida há pelo menos 50 anos antes de Frank, mas considerada de natureza parasítica. Para ele, as micorrizas eram consideradas o mais inesperado e surpreendente fenômeno da natureza (SIQUEIRA; FRANCO, 1988). Mesmo assim, só a partir de 1980, os estudos demonstrando os benefícios trazidos pela micorrização passaram a despertar maior interesse (CAVALCANTE et al., 2009).

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) constituem um grupo de fungos simbiontes obrigatórios, sendo a mais comum dentre as associações micorrízicas. São biotróficos obrigatórios, pois só se propagam quando associados a uma planta viva (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A classificação dos FMAs sofreu diversas alterações ao longo do tempo. Pertencentes ao Reino Fungi, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) estão inseridos no Filo *Glomeromycota* (SCHÜßLER et al., 2001), Classe *Glomeromycetes*, abrigando 4 ordens, 13 famílias e 19 gêneros, com pouco mais de 215 espécies descritas (SOUZA et al., 2010).

Os FMAs estão amplamente distribuídos no reino vegetal, fazendo parte da rizosfera e das raízes da maioria das plantas superiores (DODD, 2000). Grupo de maior interesse agrônômico, os FMAs são capazes de formar associação com 95% das espécies de plantas, principalmente com a maioria das espécies cultivadas (CHU, 2005), além de Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas (CAVALCANTE et al., 2009), sendo esta simbiose, reconhecida como parte importante e integral dos ecossistemas naturais de todo o mundo (GADKAR et al., 2001).

Desta forma, os fungos micorrízicos arbusculares não são específicos e têm habilidade para infectar ampla gama de plantas, contudo, o grau de benefício entre os associados depende das espécies de fungos e plantas envolvidas (DETMANN et al., 2008).

O benefício da associação surge quando a planta, através da fotossíntese, fornece energia e carbono para a sobrevivência e multiplicação dos fungos, enquanto estes absorvem nutrientes minerais e água do solo, transferindo-os para as raízes da planta, estabelecendo assim a simbiose (CHU, 2005; HERRMAN et al., 2004).

Esta interação entre planta e microrganismos pode ter início antes mesmo do estabelecimento de um contato físico, através da troca de sinais moleculares, constatando-se nos exudatos radiculares de plantas suscetíveis à micorrização, substâncias que estimulam os propágulos de FMAs (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A formação da simbiose micorrízica arbuscular é iniciada com a germinação de esporos e a seguir na presença da raiz, ocorre à ramificação hifal e então o contato inicial na superfície da raiz e a colonização (BUCHER, 2007).

Nas micorrizas arbusculares (MA) a penetração do fungo ocorre intra e intercelularmente no córtex da raiz. As raízes micorrizadas não podem ser distinguidas das não micorrizadas a olho nú, pois não ocorre alteração morfológica visível. Observações microscópicas mostram que os fungos micorrízicos penetram nas células corticais das raízes sem causar danos, o que os diferencia dos fungos patogênicos, não invadindo o cilindro central (SIQUEIRA; FRANCO, 1988; SOUZA, 2006).

De acordo com Raven et al. (1996), a hifa do fungo penetrando nas células do córtex, formam pequenas estruturas densamente ramificadas, chamadas de

arbúsculos, onde ocorre as trocas entre fungos e plantas. Perfurando a parede celular, sem, no entanto, romper a membrana citoplasmática, os arbúsculos formam invaginações na membrana, de modo a multiplicar a superfície de contato entre a célula vegetal e o fungo, criando regiões de contato extremo entre os simbiontes, podendo também ser verificadas pequenas estruturas de reserva contendo lipídios, denominadas vesículas que podem ser formadas tanto em cavidades celulares quanto em espaços intercelulares, porém estas estruturas não são formadas pelos representantes da família Gigasporaceae (ALVES, 2004).

A inoculação de FMA deve ser praticada na formação das mudas para garantir o estabelecimento da simbiose (ZANGARO; ANDRADE, 2002). Segundo Silveira (1992), as micorrizas arbusculares promovem proteção contra patógenos, tolerância à seca, à salinidade, estimula o crescimento vegetal, como uma consequência de seu efeito sobre a nutrição mineral de plantas, principalmente no aumento na absorção de fósforo. Nos trópicos, onde a maior parte do solo apresenta baixa fertilidade, a formação de micorriza é importante para a sobrevivência e o crescimento das plantas (JANOS, 1996).

Contudo, em algumas condições observam-se efeitos negativos da micorrizas, podendo ocorrer depressão no crescimento da planta, provavelmente devido à competição entre planta e fungo por fotossintatos, condições sub-ótimas para a fotossíntese quanto à intensidade e qualidade luminosa, temperatura e grande disponibilidade de fósforo no substrato (SMITH, 1980 citado por SILVEIRA 1992).

Assim, os FMAs formam o principal componente das populações microbianas que influenciam no crescimento das plantas e na absorção de nutrientes (JOHANSSON, 2004), principalmente aqueles de baixa mobilidade no solo como o fósforo, o zinco e o cobre, que estão fora do alcance das raízes, devido ao micélio extrarradicular do FMA que explora um volume maior de solo que as raízes.

Admitindo-se que um dos grandes benefícios da colonização micorrízica é o aumento da absorção de nutrientes, é esperado que existam diferenças genótípicas relativas à simbiose micorrízica, onde a seleção de cultivares ou de genótipos colonizados por fungos MA pode ser um passo importante para se chegar a uma menor dependência dos fertilizantes fosfatados (TRINDADE et al., 2001a).

Segundo Trindade et al. (2001b), para se chegar a um programa de inoculação para uma determinada cultura, é necessário conhecer o seu nível de dependência à micorrização. Janos (1988) considerou a dependência micorrízica como a incapacidade da planta em crescer na ausência de micorriza num determinado nível de fertilidade.

A dependência micorrízica nesse caso é determinada pelo nível de P no solo em que a micorriza ainda estimula a planta, independentemente da magnitude das respostas à inoculação, ou seja, responsividade, sendo que esta mede a diferença entre o crescimento da planta micorrizada e sem micorriza (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

De acordo com Silveira (1992), apesar da resposta da planta à condição micorrízica ser afetada por fatores externos, pela espécie ou isolado do fungo micorrízico, a dependência da simbiose é uma característica inerente à própria planta.

A capacidade dos FMA de beneficiar a planta é muitas vezes denominada efetividade simbiótica ou eficiência simbiótica. Segundo Abbott e Robson (1982), para um fungo ser eficiente é necessário ter micélio bem distribuído no solo, formar colonização extensiva de novas raízes, ser eficiente em absorver fósforo da solução do solo e permanecer ativo por maior intervalo de tempo.

3. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) vs. substrato.

Os fungos micorrízicos arbusculares influenciam significativamente o crescimento das plantas, podendo variar em razão do fungo, da planta e do ambiente, especialmente do substrato (TRISTÃO et al., 2006). Desta forma, o uso de substratos adequados, associados ao emprego de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), contribui para a formação de mudas de boa qualidade, uma vez que os fungos, em associação com as raízes do hospedeiro, melhoram a capacidade de absorção de nutrientes e contribuem para uma melhor condição fitossanitária das mudas (SILVA et al., 2001). Assim, a seleção de fungos eficientes e a adequação do substrato são dois aspectos que devem ser avaliados conjuntamente.

Entretanto, a infecção e a eficiência do fungo micorrízico variam em função do nível de fertilidade do substrato (SILVEIRA et al., 2003), sendo um dos principais fatores que devem ser devidamente controlados (TRINDADE et al., 2003a). Desta forma, a seleção do substrato é necessária para obter o máximo benefício da inoculação com fungos micorrízicos (GONZÁLES-CHAVES et al., 2000).

A produção de mudas de plantas frutíferas geralmente emprega no preparo do substrato a adição de esterco, que beneficia a associação micorrízica estimulando o crescimento radicular do hospedeiro (SILVEIRA; GOMES, 2007). Por outro lado, como a reserva de nutrientes nos estercos é alta, particularmente no que diz respeito ao P, o uso de proporções elevadas pode resultar em redução ou mesmo inibição da colonização micorrízica (TRINDADE, 1992).

Estudos têm mostrado que substratos ricos em matéria orgânica podem prejudicar a colonização das raízes e alterar os benefícios da associação (MENGE et al., 1982; GRAHAM; TIMMER 1984). SOUZA et al. (2009), avaliando a influência de dois tipos de substrato (S1 e S2), constituindo numa mistura de fosfato de rocha, areia grossa lavada, material argiloso e matéria orgânica, sendo que no S1, a matéria orgânica foi resíduo industrial de produção de borracha sintética, enquanto que para S2, esterco bovino curtido, na ausência e na presença de inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), na produção de mudas de *Schinus terebinthifolius* em tubetes, observaram que não houve diferença significativa entre os substratos quanto à ausência e presença de FMA, possivelmente em função dos elevados teores de nutrientes em S1 e S2. A esse mesmo fato se atribuiu a ausência de colonização de raízes por FMA em S2.

Da mesma forma Weber et al. (1990), observaram uma inibição da colonização das raízes dos porta-enxertos do citros pelo composto orgânico no solo inoculado com *Glomus clarum*. Por outro lado, Souza et al. (1997) observaram que o substrato à base de turfa, rico em matéria orgânica, não prejudica a ação dos FMAs; ao contrário, proporciona plantas com maior diâmetro de colo, o que possibilitaria a antecipação da enxertia, ou seja, redução do período de produção de mudas.

O meio de cultivo deve ser ajustado para permitir a colonização das raízes pelo fungo. Para mamão esse meio pode ser solo+esterco na dose máxima de 20% (TRINDADE et al., 2000a). Para banana, pode-se usar turfa + vermiculita +

esterco-5% (TRINDADE et al., 2003a). Composto orgânico ou vermicomposto podem substituir o esterco, dependendo da dosagem. Silva et al. (2008), observaram que a utilização de FMA e vermicomposto na produção de mudas de gravioleira, reduziu à metade o tempo de formação das mudas e reduziu em 75% a dose de adubo a ser aplicada.

Segundo Silveira et al. (2003), em substrato com adição de matéria orgânica (25%), *Acaulospora* sp e *Acaulospora morrowae* se mostraram eficientes em promover o crescimento das mudas de maracujá o que foi comparável ao efeito do *Glomus* sp no substrato com a adição de 10% de esterco bovino. Em mudas de maracujá-amarelo, Bento (1997), empregando uma mistura de FMAs eficientes, constatou que as mudas micorrizadas tiveram maior crescimento até a dose de 10% de esterco no substrato, não diferindo das não-micorrizadas nas doses mais elevadas.

González-Chaves et al. (2000), avaliando o efeito de diferentes substratos (mistura de turfa, areia, solo e fibra de coco), no crescimento microplântulas de citros, inoculadas com *Glomus* sp, verificaram que os substratos formados por solo e fibra de coco (1:2) e solo-turfa- fibra de coco (1:1:1), foram os que melhor favoreceram o crescimento e a colonização radicular.

O uso de substrato sem solo, que parece ser uma tendência para evitar a propagação de pragas e doenças pelas mudas, necessita ser continuamente avaliado para que o benefício da simbiose micorrízica seja estabelecido e mantido nas mudas; os efeitos podem ser muito específicos, embora o teor original de fósforo deva ser considerado como fator de maior impacto (TRINDADE et al., 2010).

Em trabalho de Soares et al. (2003), a inoculação com *G. etunicatum* promoveu o melhor crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo, apenas com a utilização do substrato comercial Horta. No entanto Silva et al. (2001), avaliando diferentes tipos de substratos em mudas de maracujazeiro, concluíram que a micorriza não interferiu no efeito do Plantmax, mas influenciou positivamente a Vermiculita, não devendo utilizar o isolado *Glomus etunicatum* associado a Plantmax, devido ao alto teor de fósforo presente neste substrato.

Sena et al. (2004), estudando o crescimento de mudas de citros micorrizadas, observaram em baixas doses de fosfato que as plantas micorrizadas apresentaram maior altura, quando comparadas com as plantas-

controle. Por outro lado, na dose mais alta de P, as plantas micorrizadas apresentaram redução na altura, na matéria seca da parte aérea e na área foliar, quando comparadas ao controle não micorrizado. Oliveira et al. (1995), verificaram decréscimo na colonização de raízes, em função do teor de fósforo no solo, até o nível de 14-22 ppm e, essa tendência voltou a se manifestar na faixa de 36ppm.

Samarão et al. (2011), avaliando o desenvolvimento de mudas de gravioleira inoculadas com FMAs e cultivadas com diferentes doses de fósforo em solo não-esterilizado, evidenciou que a inoculação com os FMAs proporciona à gravioleira maior capacidade de responder à adubação fosfatada, incrementando o seu crescimento e a absorção de P, o que não foi observado em plantas não-inoculadas.

A micorriza não substitui a adubação fosfatada, mas aumenta a eficiência de utilização pelas plantas do fósforo natural ou do adicionado ao solo através da adubação (MIRANDA, 2006).

Assim, a condição de nutrientes do substrato deve ser ajustada no sentido de se obter o benefício micorrízico esperado; esse ajuste pode ser feito pelo uso de substratos menos ricos, menor uso de fertilizantes solúveis ou uso de fontes de liberação lenta (TRINDADE et al., 2010).

4. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) vs. produção de mudas de fruteiras.

O Brasil possui condições climáticas e solos ideais ao cultivo de fruteiras tropicais, o que tem colocado o país entre os principais produtores mundiais de frutos “in natura” e de sucos, o que tem despertado o interesse de produtores das mais diversas regiões do país, notadamente do Nordeste e do Sudeste, onde os pomares são explorados comercialmente durante todo o ano e são responsáveis pelo abastecimento de todo o país (SILVEIRA; GOMES, 2007). Para acompanhar a expansão destas culturas e impulsionar o cultivo em larga escala, é desejável o aumento da produtividade dos viveiros, com conseqüente diminuição nos custos de produção (SILVEIRA et al., 2003).

Neste sentido, surgem os FMAs que formam associações mutualísticas com a maioria das fruteiras, e que vão auxiliar as raízes das plantas na absorção de água e nutriente. Estes constituem uma das alternativas para otimização da obtenção de mudas frutíferas, pois permite abreviar o tempo de formação da muda (SILVEIRA et al., 2003), desenvolvendo-se melhor e mais rapidamente, podendo ser disponibilizadas mais cedo para o produtor, além disso, elas são mais tolerantes ao estresse do transplante, apresentando maior índice de sobrevivência no campo (MIRANDA, 2006), podendo ser uma importante ferramenta biotecnológica (SILVA et al., 2009).

Entretanto, devido à natureza biotrófica desses fungos, a grande limitação é a produção em escala comercial de inóculo, em que metodologias tecnicamente viáveis de inoculação do fungo no hospedeiro também são pouco disponíveis (LEAL et al., 2005).

Segundo Miranda (2006), a prática de inoculação é mais recomendada na produção de mudas em viveiros, onde ela é necessária, pois para a produção de mudas, utiliza-se, subsolo ou solo esterilizado para eliminar os patógenos sendo que, paralelamente, também são eliminados os fungos micorrízicos arbusculares nativos.

A introdução de FMAs eficientes em viveiros de diversas fruteiras tem sido recomendado, em especial para aquelas altamente dependentes da condição micorrízica (SILVEIRA; GOMES, 2007), e forem mais competitivos e adaptados ao solo/substrato, ambiente e manejo (SAGGIN-JÚNIOR; LOVATO, 1999).

O manejo adequado dos FMAs pode proporcionar crescimento da produção agrícola, uma vez que os mesmos têm sido considerado como uma alternativa na redução da aplicação de fertilizantes na agricultura.

Diversos estudos têm mostrados os benefícios da micorrização no crescimento de plantas de interesse agrônômico, em especial, as fruteiras tropicais como maracujazeiro (*Passiflora* sp) (SILVA et al., 2004; CAVALCANTE et al., 2002), mamoeiro (*Carica papaya* L.) (TRINDADE et al., 2000) e citros (*Citrus* sp) (NUNES et al., 2006; SENA et al., 2004), demonstrando que plantas inoculadas com FMAs são mais eficientes na absorção de nutrientes, principalmente o fósforo, que as plantas não inoculadas.

Desta forma, as fruteiras de maneira geral, apresentam grande potencial, principalmente as que possuem sistema radicular pouco ramificado, com poucos pêlos radiculares, e crescimento rápido (TRINDADE et al., 2001a).

O maracujazeiro é uma frutífera de grande importância no setor agrícola, com frutos de excelentes qualidades e grande aceitação no mercado mundial. O Brasil é o maior produtor desta fruta, com uma produção de 713,52 ton (IBGE, 2009). É originário da América Tropical, com mais de 150 espécies de *Passifloraceas* utilizadas para consumo humano, visto que as espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*) (FRAIFE FILHO et al., 2008). A cultura apresenta grande importância devido à qualidade de seus frutos, que possuem elevadas concentrações de sais minerais e vitaminas (RAMOS et al., 2002).

A matéria orgânica beneficia o maracujazeiro, como fonte de nitrogênio (N), elemento mais exigido pela cultura, devido ao seu crescimento vegetativo contínuo, uma vez que a carência deste elemento resulta em crescimento quase nulo, sem desenvolver ramos secundários e florescimento; além de conferir maior aeração ao substrato, uma vez que a planta não suporta encharcamento (SILVEIRA et al., 2003).

A produção de mudas de maracujazeiro é dificultada pela presença de solos que muitas vezes não atendem a demanda nutricional da planta (SILVA et al., 2009). Portanto, altas produtividades dos frutos são obtidas com a utilização de mudas de qualidade, que são em geral produzidas com a adição de adubos orgânicos e/ou químicos (RUGGIERO et al., 1996). Além desses insumos, a aplicação de FMA pode potencializar a produtividade desta fruteira, contribuindo para incrementar o desenvolvimento das mudas reduzindo o tempo de produção (SILVA et al., 2004).

A aplicação de elevadas doses de P na fase de produção de mudas e no plantio de pomares, é necessária, devido ao sistema radicular possuir poucos pêlos absorventes e radículas, apresentando, portanto, grande potencial para a associação com FMAs (COLLOZZI-FILHO; CARVALHO, 1993), desta maneira, reduzindo a aplicação de adubos fosfatados.

Desta forma, Cavalcante et al. (2002a), demonstraram que a esterilização do solo e a adubação fosfatada, até 30 mg dm⁻³, beneficiam o crescimento do

maracujazeiro amarelo à inoculação com FMA, assim como a colonização de raízes e produção de esporos na rizosfera. Segundo Soares e Martins (2000), a inoculação com FMAs em mudas de maracujazeiro amarelo reduziu significativamente a necessidade de aplicação de elevadas doses de fósforo na fase inicial de desenvolvimento e após o transplante para substrato.

Além dos teores de fósforo no substrato, outros aspectos como a espécie de FMA e a quantidade de esporos inoculados podem influenciar na associação.

Anjos et al. (2005) verificaram que o benefício da micorrização em maracujazeiro-doce começa a partir de 30 dias após a inoculação e depende do isolado de FMA associado, podendo reduzir o tempo para produção de mudas.

Graça et al. (1991), inoculando 300 esporos de FMA, não observaram alterações no crescimento de plantas de maracujá em relação ao controle. No entanto, Cavalcante et al. (2002b), demonstraram que a inoculação de 300 esporos de *Gigaspora albida*, *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* por planta constituiu uma alternativa viável para incrementar a biomassa da parte aérea e a área foliar de mudas de maracujazeiro-amarelo.

Assim sendo, para cada hospedeiro específico devem ser testados vários isolados de FMA, pois muitos desses fungos possuem certa preferência associativa (SIEVERDING, 1991). Em trabalhos de Silva et al. (2009), plantas de maracujazeiro-doce responderam melhor a inoculação com *Gigaspora albida*, mostrando-se bastante dependente da micorrização; enquanto que os isolados de *Scutellospora heterogama* apresentaram níveis de baixa colonização nas raízes.

Da mesma forma que o maracujazeiro, o mamoeiro pode ser beneficiado pela micorrização para a produção de mudas (CHU, 2005), apresentando elevada resposta a colonização, de acordo com vários trabalhos realizados (TRINDADE et al., 2001; TRINDADE et al., 2000; WEBER; AMORIM, 1994), sendo que a resposta de crescimento das plantas à simbiose micorrízica depende de três componentes principais: a planta, o fungo e as condições do solo (TRINDADE et al., 2001b).

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão com produção de 1.792,594 ton, em área cultivada de 34.379 ha (IBGE, 2009), sendo uma fruta rica em nutrientes e muito apreciada pelos consumidores. Originário da América Central, o mamoeiro (*Carica papaya* L.), é uma planta cultivada em regiões tropicais e subtropicais, estando disseminado praticamente em todo o território

nacional, onde existem milhares de hectares propícios ao seu desenvolvimento (OLIVEIRA; CALDAS, 2004). A maior parte da produção desta cultura está concentrada no norte do Estado do Espírito Santo e sul da Bahia, que apresentam solos de baixa fertilidade, principalmente no que se refere aos teores de P, levando os produtores à aplicação de altas doses de fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2004). Contudo, a inoculação com FMAs pode reduzir substancialmente a necessidade de teores elevados de fósforo disponível para o crescimento do mamoeiro (MARTINS et al., 2000), demonstrando a eficiência dessa associação (SILVEIRA; GOMES, 2007). Trindade et al. (2003b) avaliando o crescimento e produtividade do mamoeiro, concluíram que a adubação de fósforo, disposta totalmente na cova, permitiu maior crescimento da planta e produtividade, e que o uso de mudas inoculadas com fungos micorrízicos não resultou em maior produtividade.

Por ser uma planta de crescimento rápido e contínuo, com floração e frutificação concomitantes e ininterruptas, necessita de adubações e suprimento de água constantes em todo o seu ciclo (OLIVEIRA; CALDAS, 2004), sendo que a utilização de mudas saudáveis e vigorosas é de vital importância para o sucesso econômico de pomares comerciais (CORREA et al., 2005). De acordo com Trindade et al. (2000a), a combinação da aplicação de 10% de esterco e inoculação do fungo micorrízico arbuscular promove a formação de mudas saudáveis de mamão e apropriadas ao transplante para campo, uma vez que o isolado *Glomus etunicatum* proporcionou mudas com maior altura e acúmulo de massa vegetal, sendo o efeito da inoculação mais evidente com o avanço da idade das mudas.

Os FMAs são de ocorrência natural no solo e são encontrados sob quase todas as condições edafoclimáticas. Entretanto, muitos desses fungos nativos possuem baixa eficiência micorrízica, não sendo eficientes em promover o crescimento da planta hospedeira; assim, para a integração da inoculação de FMAs, é necessário fazer um estudo sobre a ocorrência de FMAs nativos do solo, e avaliar a eficiência destes e de espécies exóticas que proporcionem uma simbiose efetiva entre a espécie frutífera e a espécie fúngica (MARTINS et al., 2000).

Trindade et al. (2000b) estudando o efeito no crescimento de mudas de mamoeiro, com fungos nativos e exóticos, concluíram que todos os fungos

testados apresentaram eficiência simbiótica para o mamoeiro Tainung no 1 em solo não fumigado, destacando-se *Glomus clarum*, *Gigaspora margarita* e isolado 29 (*Gigaspora* sp), que são promissores para programas de inoculação de mudas. Minhoni e Auler (2003) verificaram efeitos favoráveis à micorrização, uma vez que a inoculação com o isolado *Glomus macrocarpum* exerceu efeitos positivos no diâmetro de caule, na altura e no número de folhas de plantas de mamoeiro.

Siqueira et al. (1991) citam que estudos com compostos fenólicos aumentam a colonização das raízes, maximizando os benefícios que os FMAs proporcionam às plantas hospedeiras. Desta forma, MARTINS et al. (2000), verificaram que os fungos *G. clarum* e *G. macrocarpum* (acrescido de rutina) proporcionam aumentos significativos no crescimento e no conteúdo de P das mudas de mamoeiro, apenas na menor dose de P; além disso a rutina aumenta a eficiência da espécie *G. macrocarpum*, o que resulta em incremento no crescimento e na absorção de nutrientes do mamoeiro.

Para Trindade et al. (2000a) o aperfeiçoamento das técnicas de produção de mudas é de suma importância, uma vez que o desenvolvimento inicial de mudas de mamoeiro tem relação direta com a precocidade e produção de frutos, sendo necessário que sejam estabelecidas as condições essenciais ao bom funcionamento da simbiose, para que o desempenho da micorriza seja assegurado.

Outra fruteira também bastante estudada em relação à associação de fungos micorrízicos é a cultura do citros. Compreendendo grande grupo de plantas do gênero *Citrus*, estes têm sido encontrados e identificados na maioria das regiões citrícolas do mundo (TZEAN; HUANG, 1980; NEMEC et al., 1981), incluindo alguns estados brasileiros, como São Paulo, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Assim sendo, para acompanhar o crescimento do parque citrícola nacional, há necessidade de aperfeiçoamento dos sistemas de formação de mudas (DONADIO, 1991).

Sendo a muda considerada a base do setor citrícola (CARVALHO et al., 2005), é o insumo mais importante na formação de um pomar, de interesse dos viveiristas e técnicos a obtenção de mudas sadias e vigorosas (OLIVEIRA et al., 2009). Além da preocupação em diversificar os porta-enxertos, os citricultores preocupam-se com a baixa produtividade dos pomares, que depende em grande parte da qualidade da muda usada na sua implantação (PAIXÃO et al., 2007).

Assim, emprego de plantas cítricas micorrizadas oferece grandes possibilidades de exploração, pois pode resultar em mudas mais precoces, com maior desenvolvimento, mais tolerantes à fitopatógenos e ao estresse do transplântio e do ambiente, a um menor custo de produção por reduzir gastos com defensivos agrícolas e fertilizantes, contribuindo para a biodiversidade e sustentabilidade agrícola (OLIVEIRA et al., 2009).

Nesta cultura Menge et al. (1975) constataram alta dependência dos FMAs; para absorção de nutrientes e para o seu desenvolvimento, por possuir sistema radicular profundo e poucos pêlos absorventes (FONSECA et al., 1994).

A importância das associações micorrízicas no crescimento, na nutrição e na tolerância a estresses bióticos e abióticos dos citros tem sido relatada por diversos autores (NUNES et al., 2006). Conforme constatado por Oliveira et al. (1992), o isolado *Glomus etunicatum* foi eficiente em promover o crescimento das plantas cítricas, independentemente do tipo de inóculo utilizado e do porta-enxerto. Por outro lado, Paixão et al. (2007), avaliando fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros, verificaram que *Glomus etunicatum* e *Glomus manihotis* não se mostraram eficientes na promoção do crescimento dos dois porta-enxertos de citros; ao contrário do *G. margarita* e *A. scrobiculata* que mostraram-se eficientes.

Para Cardoso et al. (1986), os FMAs proporcionaram aumento na altura e na produção de matéria seca da parte aérea de plantas cítricas, sendo que os fungos apresentaram variação na eficiência de absorção de P e K.

Segundo Sena et al. (2004), a produção da cultura depende do preparo de mudas de alta qualidade, sendo usadas grandes quantidades de insumos, em especial os adubos. Entretanto, nessas condições, a inoculação de fungos micorrízicos em porta-enxertos fica comprometida, uma vez que o benefício resultante dessa prática poderá deixar de existir ou afetar a produção de mudas.

CAPÍTULO 2

**Combinação de Substratos e Fungos Micorrízicos para a
Produção de Mudanças de Fruteiras**

RESUMO

PEREIRA, L.M.N. Combinação de substratos e fungos micorrízicos para a produção de mudas de fruteiras.

As fruteiras constituem um grupo de espécies vegetais com elevado nível de resposta à inoculação de fungos micorrízicos. A junção destes microrganismos com substratos alternativos podem promover a produção de mudas orgânicas de fruteiras. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diversas misturas de substratos na resposta das mudas de fruteiras à colonização por FMAs e indicar a melhor combinação fungo-substrato para a produção das mudas. Foram elaborados substratos tendo como base dois compostos orgânicos. Estes foram elaborados via compostagem usando-se materiais diversos. A irrigação foi feita com água ou manipueira diluída, gerando assim dois novos compostos diferentes, que foram misturados com vermiculita ou casca de eucalipto triturada, em diferentes proporções. Um substrato comercial foi usado como testemunha. Estes substratos foram utilizados para a obtenção de mudas de mamão, citros e maracujá. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 9, dois inóculos (com e sem fungos) sendo que o inóculo foi constituído por uma mistura dos isolados de FMAs (*Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum*) e 9 substratos, perfazendo um total de 18 tratamentos com 8 repetições, totalizando 144 plantas por cultura. Foram avaliados os parâmetros de crescimento das culturas, além do grau de colonização micorrízica e dos teores de macro e micronutrientes da parte aérea. A colonização micorrízica das mudas de todas as espécies foi fortemente afetada pelos substratos testados, provavelmente pela fertilidade natural destes. Os compostos orgânicos testados foram superiores ao substrato comercial para as três fruteiras testadas, sendo que o composto irrigado com água produziu os melhores efeitos no desenvolvimento das plantas, embora com variações na cultura do mamão. O uso de vermiculita ou casca de eucalipto como ingrediente inerte promoveu resultados diferentes para as três espécies de plantas.

Palavras - chave: composto orgânico, inóculo, associação micorrízica.

ABSTRACT

PEREIRA, L.M.N. Substrates and mycorrhizal fungi interactions for fruit crop seedlings production.

Fruit crop constitute a group of plant species which has an high response level of mycorrhizal fungi inoculation. The interaction of these microorganisms with alternatives substrates could promote the fruit crop organical seedlings production. This work objective to evaluate the influence of a number of substrates mixture on the colonization of Mycorrhizal Arbuscular Fungi – MAF and indicate the best combination *fugus* –*substrate* for crop seedlings production. Substrates were elaborated having as a basis two organic composts. These were elaborated via compost age processes by using several organic matters. Irrigation was done by using pure water or cassava effluent diluted in water, so generating two distinct composts which were mixture with vermiculite or eucalyptus bark grinded, under different proportions. A commercial substrate was used as an experimental test trial. These substrates were used to obtain papaya, citrus and passion fruit seedlings. The experiment was conducted under the design of randomized blocks in the factorial scheme 2 X 9, two inoculates (with and without fungi) formed by a mixture of the fungi *Gigaspora margarita* and *Glomus etunicatum*, and 9 substrates, performing a total of 18 treatments, 4 replcations and a total of 144 seedlings for each crop. Crop growth parameters were evaluated, as well as the degree of colonization and macro and micronutrients contents of the plant aerial parts. Seedlings mycorrhizal colonization of the worked crop species were strongly influenced by the substrates tested, probably due to its natural fertility. Organic composts tested also were superior than the commercial substrate for the three fruit crops tested, and the irrigated compost with pure water has produced better results to plant development, although some variations with papaya crop treatments. The use of vermiculite and eucalyptus bark as inert ingredients have promoted different results for each of the three plant crops used

Key Word: organic compost, inoculums, mycorrhiza association.

INTRODUÇÃO

Diversos materiais orgânicos e inorgânicos têm sido utilizados para elaboração de substratos para produção de mudas, empregando componentes como esterco bovino, húmus de minhoca, casca de eucalipto, vermiculita, casca de arroz, dentre outros. Outros resíduos como a manipueira, podem ter esta aplicabilidade considerando seu potencial fertilizante e a redução de sua disposição descontrolada no solo ou corpos d'água, que provoca degradação do ambiente.

A manipueira é o resíduo líquido que resulta do processamento de mandioca na fabricação de farinha e fécula sendo um dos mais prejudiciais ao ambiente devido à alta concentração de ácido cianídrico e elevada carga orgânica. A manipueira é rica em macronutrientes e alguns estudos mostram efeitos benéficos quando usado na agricultura como adubo orgânico. Porém, pode influenciar nas atividades da microbiota do solo, afetando positiva ou negativamente na fertilidade do solo.

Para otimização da produção de mudas de plantas frutíferas, é necessário o estudo de um substrato adequado que forneça condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas, sendo estas fundamentais na implantação de um pomar produtivo (YAMANISHI, 2004). Aliado a isto surge também a utilização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), onde o benefício da inoculação na produção de mudas tem sido comprovado em várias fruteiras tropicais como maracujazeiro (*Passiflora* sp) (SILVA et al., 2004; CAVALCANTE et al., 2002), mamoeiro (*Carica papaya* L.) (TRINDADE et al., 2000), citros (*Citrus* sp) (NUNES et al., 2006; SENA et al., 2004). As plantas frutíferas geralmente respondem acentuadamente à associação micorrízica (MENGE et al., 1975, COLLOZZI-FILHO; CARVALHO, 1993; TRINDADE et al., 2001; WEBER; AMORIM, 1994), apresentando maior crescimento e melhor estado nutricional.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) constituem um grupo de fungos simbioses obrigatórios que colonizam a maioria das espécies vegetais, sendo a mais comum dentre as associações micorrízicas. Apresentam ampla distribuição geográfica, com predominância nos trópicos. Esses fungos atuam como prolongamento do sistema radicular da planta hospedeira (SILVEIRA,

1992), sendo importantes na nutrição de plantas, uma vez que em solos de média a baixa fertilidade, contribuem para aumentar a eficiência da absorção, auxiliando no transporte de nutrientes, principalmente daqueles de baixa mobilidade no solo, como fósforo, zinco e cobre, tornando-os mais disponíveis às plantas (MIRANDA, 2008).

Portanto, um dos fatores que mais influencia no efeito da micorrização é o nível de fertilidade do substrato, principalmente quanto à disponibilidade de P, uma vez que este controla o grau de colonização das raízes pelos fungos endomicorrizicos (TRINDADE et al., 2000a).

Embora o emprego de fontes orgânicas favoreça a fase intrarradicular, fatores como dose e tipo de resíduo, além de espécie vegetal e de FMA, devem ser considerados para o sucesso da simbiose em áreas de cultivo orgânico (SILVA, 2006). Entretanto, alguns autores observaram que substratos ricos em matéria orgânica podem prejudicar a colonização micorrízica e os benefícios da associação (MENGE et al., 1982; GRAHAN; TIMMER, 1984).

Dessa maneira, verifica-se que os efeitos dos compostos orgânicos e substratos sobre os FMA para produção de mudas são ainda bastante variáveis, sendo, portanto, necessários estudos que possibilitem identificar combinações que viabilizem o emprego dos FMAs e substratos orgânicos para a produção de mudas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes misturas de substratos na resposta das mudas de fruteiras à colonização por FMAs e indicar uma combinação que permita o uso dos dois fatores para a melhor produção das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Descrição da área.

O experimento foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, utilizando-se da área de compostagem, casa de vegetação e Laboratório de Microbiologia do Solo e Resíduos Orgânicos. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido segundo a classificação de Köppen. Chove com mais frequência no inverno, de maio a julho; alcança o total pluviométrico anual médio de 1100mm. A altitude é de 200m, a temperatura média anual é de 24,5°C e umidade relativa do ar de 80%. O solo é grande parte ocupado pelo tipo Latossolo Amarelo e o Argissolo Amarelo de textura franco-argilo-arenosa, com baixo teor de matéria orgânica, ácido, de grandes extensões na faixa pré-litorânea do Nordeste do Brasil.

2. Produção de compostos orgânicos.

Foram produzidos dois diferentes compostos utilizando resíduos disponíveis na área de compostagem da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Os resíduos sólidos utilizados foram grama na proporção de 50%, casca de laranja 20%, torta de cacau 20% e torta de mamona 10%. A diferenciação entre os dois compostos produzidos se deu na fonte de irrigação dos primeiros 30 dias, sendo um feito com água corrente e outro com manipueira diluída a 50% (Figura 1).

Os compostos foram revirados a cada 7 dias, durante um mês, realizando aplicações dos líquidos a cada reviramento. Foram utilizados 30 L de manipueira (diluída 1:1), totalizando 60 L, sendo aplicando 15 L a cada reviramento, verificando-se diariamente a temperatura. Com 60 dias foi obtido o composto final (composto orgânico). Depois de pronto, as pilhas foram desmontadas para secar, e após uma semana o material foi passado em moinho e peneirado para retirar os materiais mais grosseiros, adquirindo desta forma, uma melhor textura. Logo após foram armazenados e identificados.



Figura 1. Montagem do composto orgânico utilizando os resíduos disponíveis diversos na área de compostagem da Embrapa.

3. Substrato utilizado e formulação das misturas.

Os substratos utilizados para a produção das mudas constaram de diferentes combinações de materiais. Foram utilizados os dois tipos de compostos orgânicos (irrigado com manipueira e irrigado com água) anteriormente produzidos. O substrato comercial Vivatto, constituído à base de casca de pinus bioestabilizada e com presença de vermiculita, foi adquirido no comércio local, servindo como testemunha. Os outros materiais foram a casca de eucalipto, obtida da empresa Fumex da Cidade de Cruz das Almas e a vermiculita média também adquirida do comércio local, foram utilizadas para as misturas, sendo testados em diferentes dosagens/proporções.

Os substratos foram constituídos a partir da mistura manual dos diferentes componentes, obtendo-se 08 misturas, além do comercial (Tabela 1). Logo após, os substratos foram distribuídos em sacos de polietileno, com capacidade diferente, dependendo da cultura (citros 1 L, mamão e maracujá 0,5 L), sendo irrigadas constantemente até a época do transplântio.

Ainda foi adicionado um substrato como controle, o solo autoclavado, sendo este procedimento realizado em autoclave, durante 4 horas. Esta

testemunha foi usada para confirmar a viabilidade do fungo FMAs usados e não fez parte da análise estatística.

Tabela 1. Descrição dos substratos com as diferentes dosagens dos componentes, feitos com dois tipos de compostos orgânicos (irrigado com água e irrigado com manipueira), vermiculita, casca de eucalipto e substrato comercial.

Substratos	Código	Composição (em volume)
1	C-IA (70%) + V (30%)	Água (70%) + Vermiculita (30%)
2	C-IA (50%) + V (50%)	Água (50%) + Vermiculita (50%)
3	C-IA (70%) + E (30%)	Água (70%) + Casca de eucalipto (30%)
4	C-IA (50%) + E (50%)	Água (50%) + Casca de eucalipto (50%)
5	C-IM (70%) + V (30%)	Manipueira (70%) + Vermiculita (30%)
6	C-IM (50%) + V (50%)	Manipueira (50%) + Vermiculita (50%)
7	C-IM (70%) + E (30%)	Manipueira (70%) + Casca de eucalipto (30%)
8	C-IM (50%) + E (50%)	Manipueira (50%) + Casca de eucalipto (50%)
9	SC	Substrato Comercial

Comp-IA = composto irrigado com água, Comp-IM = Composto irrigado com manipueira, V= vermiculita, E= casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Duas amostras dos compostos orgânicos e o substrato comercial foram enviadas ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura para caracterização química dos nutrientes totais (Tabela 2) e disponíveis, além do pH, CTC, saturação de bases e teor de matéria orgânica de acordo com metodologia descrita por Silva (1999) (Tabela 3).

Tabela 2. Média dos teores totais dos macro e micronutrientes dos compostos orgânicos irrigados com manipueira e água, e substrato comercial. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas - BA, 2011).

Substratos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N				
								Cu	Fe	Mn	Zn
								g kg ⁻¹			
Comp-IM	3,16	8,90	3,17	11,34	0,66	2,57	24,27	19,23	3722,22	93,73	78,35
Comp-IA	1,65	6,67	2,57	7,25	0,54	1,86	15,63	11,76	3285,71	62,7	47,75
SC	4,46	6,90	4,60	1,75	0,19	3,48	4,19	12,98	261,01	266,9	43,35

Comp-IM = composto irrigado com manipueira, Comp-IA = composto Irrigado com Água, SC = substrato comercial.

Tabela 3. Resultados da análise química dos compostos orgânicos irrigados com manipueira e água, e substrato comercial (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA, 2010).

Fertilidade completa	Comp-IM	Comp-IA	SC
pH em água	6,60	5,90	4,80
P (mg dm ⁻³)	54,00	54,00	600,00
K (cmolc dm ⁻³)	12,31	9,74	1,51
Ca (cmolc dm ⁻³)	4,50	5,70	7,00
Mg (cmolc dm ⁻³)	3,30	3,30	10,20
Ca+Mg (cmolc dm ⁻³)	7,80	9,00	17,20
Al (cmolc dm ⁻³)	0,60	0,60	0,20
Na (cmolc dm ⁻³)	1,13	0,87	0,35
H+Al (cmolc dm ⁻³)	7,92	8,80	8,03
S (cmolc dm ⁻³)	21,24	19,61	19,03
CTC (cmolc dm ⁻³)	29,16	28,41	27,09
V (%)	73,00	69,00	70,00
Mo (g kg ⁻¹)	170,74	149,01	-

Comp-I M = Composto irrigado com manipueira, Comp-IA = composto irrigado com água, SC = substrato comercial.

4. Obtenção das plântulas.

Para obtenção das mudas, foram utilizadas sementes de mamão (*Carica papaya* L.) da variedade Sunrise Solo, maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) e citros da variedade limão cravo (*Citrus limonia* L. Osbeck) da Embrapa Mandioca e Fruticultura. A semeadura foi realizada em casa de vegetação, empregando como recipientes bandejas plásticas que foram preenchidas com areia lavada/autoclavada (Figura 2). Foi feita uma abertura onde foi colocada uma semente para obtenção das mudas. A germinação ocorreu em 15 dias para a cultura do citros, 15 dias para mamão e 20 dias para o maracujá, onde as plântulas foram conduzidas nas bandejas, durante 30 dias, até que o seu sistema radicular favorecesse o transplântio para os sacos que já continham o substrato.



Figura 2. Germinação das sementes de mamão, maracujá e citros em bandejas plásticas utilizando como substrato areia autoclavada.

5. Escolha e preparo do inóculo.

As espécies do FMA utilizadas foram *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* obtidas da coleção do Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura, onde estavam armazenados em câmara frigorífica a 5°C. Para quantificação dos esporos dos fungos foram coletadas 30 g de amostra do solo, submetida ao peneiramento úmido (GERDEMANN e NICOLSON, 1963) e centrifugação em água e sacarose (JENKINS, 1964). Neste procedimento, o solo foi transferido para um recipiente contendo 1000 ml de água, homogeneizado e em seguida o sobrenadante vertido sobre peneiras sobrepostas de 20 e 400 mesh. O material retido na peneira de 400 foi transportado para um tubo de centrífuga e submetido à centrifugação em água por 5 minutos na velocidade de 2500rpm. Em seguida a parte sobrenadante foi descartada, completando com sacarose (50%), centrifugando por 2 minutos. O sobrenadante foi vertido na peneira de 400 mesh e os esporos transferidos para beakers devidamente identificados. Logo após foi colocado em placa de Petri, levando-os para a lupa Nikon SMZ 645, ocular 15x16, com o objetivo de avaliar as condições e qualidade dos esporos presentes na amostra do solo para inoculação. Posteriormente, depois de avaliados os esporos viáveis fez-se uma relação do número de esporos por grama de solo.

O inóculo foi constituído por uma mistura das duas espécies/isolados de FMA, sendo 10 g para espécie *Gigaspora margarita*, e 11 g de *Glomus etunicatum*, para cada planta, de forma a fornecer 150 esporos/espécie. As plantas testemunhas, sem inoculação de FMAs, receberam uma suspensão, preparado com 100 g do inóculo em 1,3 L de água destilada, vertendo-se em peneiras de 20 e 400 mesh, recolhendo o filtrado, de forma a reter os propágulos de FMAs e deixar passar os outros microrganismos, com o objetivo de tentar fornecer as mesmas condições dos inoculados, uniformizando e recompondo a microbiota.

6. Inoculação.

A inoculação com a mistura dos dois FMAs foi realizada no momento do transplântio das mudas para os sacos, que já continha a mistura dos substratos, devidamente identificados. O procedimento foi realizado fazendo um orifício no centro do substrato, introduzindo a muda e ao mesmo tempo, distribuindo o inóculo sobre as raízes, proporcionando desta forma, um contato íntimo (Figura 3). Nas plantas sem inoculação, depois do transplântio da muda, foi adicionado ao substrato 5ml de um filtrado obtido pela passagem do inóculo em peneiramento úmido pela peneira de 400 mesh.



Figura 3. Procedimento da inoculação dos FMAs em casa de vegetação.

7. Delineamento experimental e variáveis avaliadas.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 2 x 9, dois inóculos (com e sem) e 9 substratos, perfazendo um total de 18 tratamentos com 8 repetições. A parcela experimental foi constituída por uma saco de polietileno contendo 1 muda, num total de 144 mudas por cultura.

Durante o período em que as mudas permaneceram em casa de vegetação (Figura 4) foram acompanhadas diariamente e sempre que necessário, irrigadas com água destilada.



Figura 4. Acompanhamento das plantas no período em que permaneceram em casa de vegetação.

Na cultura do citros houve necessidade da aplicação do inseticida Vertimec (1 ml de produto para 1 L de água) devido a presença do minador das folhas dos citros (*Phyllocnistis citrella*). A aplicação do inseticida foi feita cuidadosamente, cobrindo a superfície do solo, com papel, para não haver contato com o solo.

Após o tempo de produção da muda de cada espécie de fruteiras, 45 dias para as culturas do mamão e maracujá, e 120 dias para citros, foi realizado medições de altura da planta, diâmetro do caule e quantidade de folhas.

A determinação da altura da planta foi realizada com uma régua graduada em centímetros, medindo-se a distância da superfície do substrato até o ápice da muda. Para avaliação do diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital com valores expressos em mm (Figura 5).



Figura 5. Medição da altura das plantas com régua graduada e diâmetro do caule com paquímetro digital.

Após estas avaliações, as partes aéreas foram coletadas, para avaliação do peso após secagem e nutrição. Para secagem, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, previamente identificados (Figura 6) e armazenados em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, durante um período em que as plantas estivessem completamente secas, procedendo-se, em seguida, à pesagem em balança analítica.

Para a análise nutricional, determinação de macro e micronutrientes, a parte aérea seca das fruteiras foi submetida à moagem em Moinho de Facas, e finalmente armazenadas em sacos plásticos para subsequente análises.

Posteriormente foi feito o extrato, com digestão sulfúrica para os teores de N e nitroperclórica para Fe, Zn, Cu, Mn, Ca, Mg, P, S, Na e K, sendo estas análises realizadas nos Laboratórios de Solos e Microbiologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura, seguindo a metodologia de Silva (1999). A determinação dos nutrientes, Fe, Zn, Cu, Mn, Ca e Mg, foi feito por espectrometria de absorção atômica; os teores de P por colorimetria (azul de molibideno); Na e K, por fotometria de chama; por turbidimetria foi determinado o S. Os teores de N foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.



Figura 6. Coleta e acondicionamento da parte aérea das fruteiras em sacos de papel.

Para avaliação da percentagem de colonização, as raízes foram coletadas do substrato, lavando-as em água corrente e inicialmente conservadas em álcool 70%, em frascos devidamente identificados (Figura 7).

A coloração das raízes foi realizada de acordo com a metodologia que foi modificada de Phillips e Hayman (1970). Neste procedimento, as raízes foram lavadas em água corrente, e cobertas com KOH 10%, levando em seguida a chapa aquecedora por 30 minutos a 90⁰C, seguida do tratamento com H₂O₂ alcalina, por 20 minutos, sendo esta utilizada apenas na cultura do citros, e com HCl (1%) por 4 minutos, coloração com azul de algodão por 24 horas a 0,05%. Logo após este período, as raízes foram cobertas com ácido láctico e glicerina, para posterior avaliação. Em seguida foram colocadas em placas de Petri quadriculadas e através da lupa Nikon SMZ 645, ocular 15x16, foi observada a percentagem de colonização radicular (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980).



Figura 7. Procedimento para avaliação da colonização radicular lavando as raízes em água corrente e conservadas em álcool 70%, em frascos devidamente identificados.

8. Análise estatística dos dados.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos inóculos foram comparadas pelo teste de F a 5% de probabilidade e para as médias dos substratos foi utilizado o teste t de contrastes ortogonais (Tabela 4) a 5% de probabilidade. No caso de significância da interação inóculo x substratos foi realizado o seu desdobramento. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SAS – *Statistical Analysis System* (SAS Intitute Inc., 2006).

Tabela 4. Descrição dos contrastes ortogonais.

Contraste ortogonais	Comparação
$\hat{Y}_1 = \hat{m}_1 + \hat{m}_2 + \hat{m}_3 + \hat{m}_4 + \hat{m}_5 + \hat{m}_6 + \hat{m}_7 + \hat{m}_8 - 8\hat{m}_9$	Efeito dos compostos versus o substrato comercial
$\hat{Y}_2 = \hat{m}_1 + \hat{m}_2 + \hat{m}_3 + \hat{m}_4 - \hat{m}_5 - \hat{m}_6 - \hat{m}_7 - \hat{m}_8$	Efeito dos compostos com água versus os compostos com manipueira
$\hat{Y}_3 = \hat{m}_1 + \hat{m}_2 - \hat{m}_3 - \hat{m}_4$	Efeito dos compostos com água e vermiculita versus os compostos com água e casca de eucalipto
$\hat{Y}_4 = \hat{m}_5 + \hat{m}_6 - \hat{m}_7 - \hat{m}_8$	Efeito dos compostos com manipueira e vermiculita versus os compostos com manipueira e casca de eucalipto
$\hat{Y}_5 = \hat{m}_1 - \hat{m}_2$	Efeito do composto com água (70%) e vermiculita (30%) versus água (50%) e vermiculita (50%)
$\hat{Y}_6 = \hat{m}_3 - \hat{m}_4$	Efeito do composto com água (70%) e casca de eucalipto (30%) versus água (50%) e casca de eucalipto (50%)
$\hat{Y}_7 = \hat{m}_5 - \hat{m}_6$	Efeito do composto com manipueira (70%) e vermiculita (30%) versus manipueira (50%) e vermiculita (50%)
$\hat{Y}_8 = \hat{m}_7 - \hat{m}_8$	Efeito do composto com manipueira (70%) e casca de eucalipto (30%) versus manipueira (50%) e casca de eucalipto (50%)

RESULTADOS

1. Cultura do Mamão.

1.1. Crescimento de Plantas.

O resumo da análise de variância para as variáveis massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule e quantidade de folhas encontram-se na Tabela 1A, em anexo.

Os resultados indicam que ocorreram diferenças significativas para o fator substrato em todas as variáveis analisadas. Para inóculo observou-se que as plantas sem inoculação apresentaram respostas significativamente superiores aos das plantas inoculadas com os fungos *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum*, para as variáveis massa seca da parte aérea e diâmetro do caule (Tabela 5). Na interação inóculo versus substrato não foi observado diferenças significativas para as variáveis analisadas ($p > 0,05$).

Na Tabela 6 são apresentados a significância dos contrastes ortogonais de interesse pelo testes t. Nos contrastes entre os compostos propostos e o substrato comercial observou-se que as estimativas foram positivas e significativas ($p < 0,05$), indicando que a média dos resultados obtidos com os compostos foi estatisticamente superior ao substrato comercial para todas as variáveis analisadas.

Os compostos que continham manipueira na sua composição foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) aos compostos que continham água, para a variável altura de plantas, especificamente quando associado ao uso da vermiculita, independente das dosagens. Por outro lado, os compostos irrigados com água foram estatisticamente superiores aos compostos que receberam manipueira, para a variável quantidade de folhas das plantas, não apresentando efeito na composição e dosagens. Os composto irrigados com água não diferiram estatisticamente dos compostos com manipueira ($p > 0,05$) para as variáveis diâmetro do caule e massa seca da parte aérea (Tabela 6). Entretanto, comparado o efeito do composto irrigado com água na presença de vermiculita ou da casca de eucalipto, o que possuía vermiculita na composição foi estatisticamente superior

para a variável diâmetro do caule, apresentando as maiores médias na dosagem de 70% do composto irrigado com água e 30% de vermiculita (Tabelas 6 e 7).

Tabela 5. Valores médios das variáveis de crescimento de mudas de mamão obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Com	1,43 b	27,81 a	6,55 b	12,40 a
Sem	1,73 a	29,19 a	7,37 a	13,21 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungos, Sem = sem fungo, MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 6. Estimativas dos contrastes ortogonais de crescimento de mudas de mamão em função de diferentes substratos.

Contrastes	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Composto vs. SC	0,94**	11,50**	1,57**	4,35**
Água vs. Manipueira	0,05	-5,63**	0,22	1,11*
A V vs. A E	0,17	-2,15	1,28**	0,25
M V vs. M E	-0,19	5,06**	-0,31	-0,41
A70 V30 vs. A50 V50	0,32	-3,03	1,12*	1,56
A70 E30 vs. A50 E50	-0,02	-1,44	0,06	0,19
M70 V30 vs. M50 V50	0,22	1,93	0,83	1,56
M70 E30 vs. M50 E50	-0,03	2,04	-0,53	0,13

. ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial. MSPA= massa seca da parte aérea, ALT= altura de plantas, DC= diâmetro do caule, QF= quantidade de folhas.

Tabela 7. Valores médios de crescimento de mudas de mamão em função de diferentes substratos.

Compostos	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
A (70%) + V (30%)	1,96	24,38	8,44	14,75
A (50%) + V (50%)	1,63	27,40	7,32	13,19
A (70%) + E (30%)	1,61	27,32	6,63	13,81
A (50%) + E (50%)	1,63	28,76	6,57	13,63
M (70%) + V (30%)	1,67	36,08	7,28	13,31
M (50%) + V (50%)	1,45	34,16	6,45	11,75
M (70%) + E (30%)	1,74	31,08	6,91	13,00
M (50%) + E (50%)	1,77	29,04	7,44	12,88
SC	0,74	18,28	5,56	8,94

A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial. MSPA= massa seca da parte aérea, ALT= altura de plantas, DC= diâmetro do caule, QF= quantidade de folhas.

1.2. Colonização Micorrízica.

Em todos os substratos testados, não houve colonização das raízes das plantas de mamão. Porém quando os fungos *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* foram inoculados no solo autoclavado, como controle, as raízes apresentaram colonização em torno de 10-15%.

1.3. Teores dos Macro e Micronutrientes.

Pelo resumo da análise de variância apresentada na tabela 2A, em anexo, para os teores de nutrientes da massa seca da parte aérea, observou-se que houve efeito significativo de substratos nos elementos analisados, exceto para Cu, Fe, Mg e S. Por outro lado, não foi constatado efeito de inóculo indicando que, para as médias dos teores de nutrientes, não houve diferença estatística entre as plantas micorrizadas e não micorrizadas (Tabela 8). Para a interação inóculo versus substrato não foram observadas diferenças significativas para os nutrientes avaliados.

Na Tabela 9, são apresentados a significância dos contrastes ortogonais de interesse pelo teste t para as médias de substratos. Analisando o contraste compostos orgânicos versus substrato comercial, observa-se que as plantas crescidas nos compostos apresentaram teores de Zn, K e N estatisticamente superiores. Porém, as plantas crescidas no substrato comercial mostraram-se com teores significativamente superiores para os elementos Mn e Ca, o que pode também ser observado na Tabela 10.

As plantas crescidas nos compostos irrigados com água foram estatisticamente superiores aos compostos que apresentavam a manipueira na sua composição, para os teores de Zn, Ca, K e N, independente da dosagem utilizada ou presença de vermiculita ou casca de eucalipto. Porém, o composto com manipueira, promoveu maiores teores de P para as plantas que o composto com água, especialmente na dosagem do composto irrigado com manipueira a 50% com vermiculita a 50%. Verificou-se ainda que não houve diferenças estatísticas entre as estimativas dos contrastes para o Cu e Fe.

Tabela 8. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de mamão obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
Com	7,15 a	6,45 a	11,02 a	47,15 a	1,27 a	3,82 a	30,58 a	1,92 a	215,03 a	55,77 a	24,73 a
Sem	8,47 a	6,49 a	8,56 a	48,17 a	1,435 a	3,63 a	31,36 a	2,40 a	201,96 a	54,65 a	22,49 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungo, Sem = sem fungo.

Tabela 9. Estimativas dos contrastes ortogonais para os teores de nutrientes nas mudas de mamão obtidos em função dos substratos.

Contrastes	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
Composto vs. SC	0,88	-1,68*	0,67	16,51**	0,89	-1,21	15,88**	-0,17	22,86	-125,55**	6,86*
Água vs. Manipueira	-2,60**	1,62**	2,12	5,58*	-0,25	0,38	5,07**	0,07	33,20	-2,22	6,39**
A V vs. A E	0,49	-0,60	5,23*	-3,78	0,15	0,30	0,25	0,23	-60,81	-14,84*	-3,31
M V vs. M E	1,10	0,37	5,13*	-0,36	1,61**	-0,68	-0,75	-0,74	-0,43	-22,53**	-2,07
A70 V30 vs. A50 V50	-1,09	-0,18	-9,57*	8,78	0,15	1,06	-0,17	0,27	-26,53	11,21	-2,80
A70 E30 vs. A50 E50	0,52	1,11	0,06	-2,22	-0,51	-0,81	-4,66	-0,84	-65,99	-7,99	-4,52
M70 V30 vs. M50 V50	-3,35*	0,12	3,47	5,77	-0,79	1,02	2,66	-0,83	-46,78	1,48	-0,93
M70 E30 vs. M50 E50	1,27	-0,06	-0,16	8,67	1,03	-1,89*	1,50	-0,95	-27,56	-19,45	0,81

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 10. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de mamão obtidos em função dos substratos.

Substratos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
A (70%) + V (30%)	6,31	6,70	8,78	54,79	1,47	4,46	35,31	2,42	183,97	38,33	24,51
A (50%) + V (50%)	7,40	6,88	18,34	46,00	1,32	3,40	35,48	2,15	210,50	27,12	27,31
A (70%) + E (30%)	6,63	7,95	8,31	53,07	0,99	3,22	32,82	1,64	225,05	43,57	26,96
A (50%) + E (50%)	6,11	6,84	8,25	55,29	1,50	4,03	37,47	2,48	291,04	51,56	31,48
M (70%) + V (30%)	8,09	5,72	13,10	49,41	1,98	3,57	31,16	1,32	170,83	31,85	19,68
M (50%) + V (50%)	11,43	5,60	9,63	43,64	2,77	2,56	28,50	2,15	217,62	30,37	20,61
M (70%) + E (30%)	9,30	5,25	6,16	51,22	1,28	2,80	31,32	2,00	180,87	43,91	22,61
M (50%) + E (50%)	8,02	5,32	6,32	42,56	0,25	4,68	29,83	2,95	208,43	63,36	21,81
SC	7,03	7,96	9,19	32,98	0,56	4,80	16,86	2,31	188,18	166,81	17,51

A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

2. Cultura do Citros.

2.1. Crescimento de Plantas.

O resultado da análise estatística para as variáveis massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule e quantidade de folhas encontram-se na Tabela 3A, em anexo. Observou-se que houve diferenças significativas em relação aos substratos, para as variáveis estudadas, exceto para diâmetro do caule. Por outro lado, para o fator inóculo, só houve diferenças significativas para o diâmetro do caule em que as plantas micorrizadas com os fungos *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* foram estatisticamente superiores às não micorrizadas (Tabela 11), independente do substrato testado. Na interação inóculo versus substratos não foram observados efeitos significativos para as variáveis analisadas ($p > 0,05$).

Comparando-se o fator substrato, os resultados dos contrastes ortogonais para crescimento de plantas, indicaram que a média dos tratamentos constituídos pelos compostos orgânicos foi estatisticamente superior ao uso do substrato comercial para as variáveis massa seca da parte aérea, altura e quantidade de folhas (Tabela 12), o que pode ser observado também nas médias dos substratos apresentadas na Tabela 13.

Analisando ainda os tipos de compostos orgânicos pelo teste t para contrastes ortogonais, observou-se que o irrigado com água superou estatisticamente os que continham manipueira na sua composição para as variáveis massa seca e quantidade de folhas, independente da dosagem utilizada ou uso de vermiculita ou casca de eucalipto.

Tabela 11. Valores médios das variáveis de crescimento de mudas de citros obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Com	2,10 a	14,98 a	3,84 a	38,36 a
Sem	1,90 a	14,27 a	3,55 b	34,47 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungos, Sem = sem fungo. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 12. Estimativas dos contrastes ortogonais de crescimento de mudas de citros em função de diferentes substratos.

Contrastes	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Composto vs. SC	0,86**	4,17**	-0,16	21,77**
Água vs. Manipueira	0,60**	-0,07	-0,12	11,83**
A V vs. A E	-0,25	-1,48	-0,16	2,00
M V vs. M E	-0,10	-0,63	-0,68**	3,41
A70 V30 vs. A50 V50	0,31	1,06	0,16	4,00
A70 E30 vs. A50 E50	0,17	-0,59	-0,40	6,88
M70 V30 vs. M50 V50	0,293	2,88	0,36	3,50
M70 E30 vs. M50 E50	0,33	-2,50	0,03	7,69

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial. MSPA= massa seca da parte aérea, ALT = altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 13. Valores médios de crescimento de mudas de citros em função de diferentes substratos.

Substratos	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
A (70%) + V (30%)	2,43	14,84	3,62	47,75
A (50%) + V (50%)	2,11	13,78	3,46	43,75
A (70%) + E (30%)	2,60	15,50	3,50	47,19
A (50%) + E (50%)	2,43	16,09	3,90	40,31
M (70%) + V (30%)	1,89	16,25	3,58	36,38
M (50%) + V (50%)	1,60	13,38	3,22	32,88
M (70%) + E (30%)	2,00	14,19	4,09	35,06
M (50%) + E (50%)	1,68	16,69	4,07	27,38
SC	1,23	10,92	3,84	17,06

A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial, MSPA = massa seca da parte aérea, ALT= altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

2.2. Colonização Micorrízica.

Em todos os tratamentos avaliados, não foi encontrado colonização radicular pelos isolados *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum*, não apresentando hifas e esporos, nem mesmo quando inoculados no tratamento controle, o solo autoclavado.

2.3. Teores de macro e micronutrientes.

O resumo da análise de variância para nutrientes da massa seca na parte aérea apresentada na Tabela 4A, em anexo, revelou efeito de substrato para todos os elementos analisados, com exceção do cobre e magnésio. Entretanto, para a fonte de variação inóculo, só houve efeito para o elemento N, em que as plantas não micorrizadas foram estatisticamente superiores às micorrizadas (Tabela14). Quanto à interação inóculo versus substrato, só foi observado efeito significativo para o micronutriente Zn.

Quanto ao efeito dos substratos, de acordo com os contrastes apresentados na Tabela 15, observou-se que as plantas crescidas com compostos orgânicos, apresentaram os maiores teores dos macronutrientes N, P e K na parte aérea ($p < 0,05$), quando comparadas ao substrato comercial, especificamente para os compostos que foram irrigados com água. Os compostos nas dosagens de água a 70% mostraram-se superiores para o nutriente K, independente do uso de vermiculita ou casca de eucalipto. O maior teor de P foi obtido no composto irrigado com água e vermiculita, independente das dosagens. As plantas crescidas no substrato comercial mostraram-se superiores aos compostos para os elementos Mn e Ca ($p < 0,05$), o que pode também ser observado na Tabela 16.

Para a variável Zn, é apresentado na Tabela 17 o desdobramento da interação inóculo versus substrato. As plantas crescidas nos compostos superaram estatisticamente o substrato comercial, independente do uso de inóculo ou não. Porém os compostos irrigados com água e vermiculita superaram estatisticamente o composto com manipueira, independente das dosagens, nas plantas colonizadas por *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* para o nutriente Zn, o que pode ser observado na Tabela 18.

Tabela 14. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de citros obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
Com	3,31 a	7,37 a	2,57 a	35,88 a	0,51 a	1,58 a	24,70 b	2,03 a	119,68 a	12,50 a	21,65 a
Sem	3,39 a	7,92 a	2,67 a	37,37 a	0,47 a	1,46 a	27,68 a	1,81 a	122,47 a	13,69 a	21,82 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungos, Sem = sem fungo.

Tabela 15. Estimativas dos contrastes ortogonais para os teores de nutrientes nas mudas de citros obtidos em função dos substratos.

Contrastes	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹		
	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn
Composto vs. SC	2,95**	-2,94**	-0,05	13,73**	-0,00	-0,37	5,12*	-0,04	-10,96	-14,40**
Água vs. Manipueira	1,01**	0,76	0,34	5,01**	0,04	0,05	3,17*	0,11	-12,76	-1,45
A V vs. A E	0,73*	0,18	0,32	2,03	0,02	-0,07	-1,59	0,23	-36,94**	-1,66
M V vs. M E	1,13**	-0,82	0,47	3,64*	0,19**	0,54**	1,26	0,00	-12,40	-4,58
A70 V30 vs. A50 V50	-0,23	1,36	-0,28	7,59**	-0,25**	-0,17	0,50	1,14*	-11,69	3,35
A70 E30 vs. A50 E50	0,60	1,86*	0,49	5,40*	0,17*	0,31	1,58	0,53	-27,78*	-1,41
M70 V30 vs. M50 V50	-0,00	-0,09	-0,65	1,65	0,04	0,65**	0,50	-0,53	-0,00	-7,23*
M70 E30 vs. M50 E50	0,79	-0,68	0,10	6,83**	0,04	0,03	6,87*	0,00	0,99	-0,88

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 16. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de citros obtidos em função dos substratos.

Substratos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
A (70%) + V (30%)	4,44	8,47	2,80	45,47	0,40	1,38	27,80	2,65	89,16	11,61	28,00
A (50%) + V (50%)	4,67	7,11	3,08	37,88	0,64	1,55	27,30	1,52	100,85	8,26	25,01
A (70%) + E (30%)	4,12	8,53	2,87	42,35	0,58	1,70	29,93	2,13	118,06	10,90	24,80
A (50%) + E (50%)	3,52	6,68	2,38	36,95	0,42	1,38	28,35	1,59	145,83	12,31	20,22
M (70%) + V (30%)	3,73	6,48	2,36	38,30	0,59	2,05	26,05	1,59	120,04	6,32	23,18
M (50%) + V (50%)	3,74	6,58	3,00	36,65	0,55	1,40	25,55	2,13	120,04	13,54	22,89
M (70%) + E (30%)	3,00	7,02	2,26	37,25	0,39	1,20	27,98	1,86	132,94	14,07	17,73
M (50%) + E (50%)	2,22	7,70	2,16	30,42	0,35	1,17	21,11	1,86	131,94	14,95	18,08
SC	0,73	10,26	2,66	24,42	0,49	1,85	21,64	1,96	130,82	25,90	15,69

A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 17. Estimativas dos contrastes ortogonais dos teores de Zn na parte aérea de mudas de citros em função de substratos e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Contrastes	Com inóculo	Sem inóculo
	mg kg ⁻¹	
Composto vs. SC	8,02**	5,57*
Água vs. Manipueira	5,62**	2,46
A V vs. A E	9,90**	-1,91
M V vs. M E	5,16*	5,10*
A70 V30 vs. A50 V50	1,58	4,40
A70 E30 vs. A50 E50	0,46	8,69**
M70 V30 vs. M50 V50	0,12	0,46
M70 E30 vs. M50 E50	-0,46	-0,23

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 18. Valores médios dos teores de Zn na parte aérea de mudas de citros em função de substratos e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Substratos	Com inóculo	Sem inóculo
	mg kg ⁻¹	
A (70%) + V (30%)	31,08 A	24,92 A
A (50%) + V (50%)	29,51 A	20,51 B
A (70%) + E (30%)	20,63 B	28,97 A
A (50%) + E (50%)	20,17 A	20,28 A
M (70%) + V (30%)	22,37 A	23,99 A
M (50%) + V (50%)	22,25 A	23,53 A
M (70%) + E (30%)	16,92 A	18,54 A
M (50%) + E (50%)	17,38 A	18,78 A
SC	14,52 A	16,87 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

3. Cultura do Maracujá.

3.1. Crescimento de Plantas.

De acordo com os resultados da análise de variância apresentada na Tabela 5A, em anexo, observaram-se efeitos significativos para substratos para todas as variáveis avaliadas. Para o efeito de inóculo, as plantas não micorrizadas superaram estatisticamente as micorrizadas para massa seca, altura e diâmetro do caule (Tabela 19). Na interação inóculo versus substrato observaram-se efeitos significativos para todas as variáveis analisadas, exceto para quantidade de folhas.

Na Tabela 20 são apresentados à significância dos contrastes ortogonais de interesse pelo teste t. Nos contrastes entre os compostos propostos e o substrato comercial, os compostos foram estatisticamente superiores ao substrato comercial ($p < 0,05$), independente da presença ou ausência dos inóculos, para todas as variáveis analisadas.

Para os compostos que continham água na sua composição, observou-se que para as variáveis altura na ausência de inóculo e quantidade de folhas, foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) aos compostos que continham manipueira na sua composição. Entretanto, não foram observadas diferenças estatísticas entre os compostos com água e os compostos com manipueira, para as variáveis massa seca da parte aérea e diâmetro, independente do uso ou não dos inóculos, e para altura de plantas colonizadas por *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* (Tabela 20).

Tabela 19. Valores médios das variáveis de crescimento de mudas de maracujá obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Com	1,68 b	42,23 b	3,51 b	11,39 a
Sem	2,07 a	48,36 a	3,81 a	11,46 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungos, Sem = sem fungo. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT= altura de plantas, DC= diâmetro do caule, QF= quantidade de folhas.

Na tabela 21 é apresentado o desdobramento da interação de inóculo dentro dos substratos. Observa-se que para os compostos que continham água na sua composição com vermiculita na ausência do inóculo apresentaram valores superiores de massa seca da parte da aérea e altura. Por outro lado, na presença do inóculo, o composto com manipueira a 70% e vermiculita 30% foi superior para as variáveis massa seca e altura. Para a variável diâmetro do caule só houve superioridade dos tratamentos sem inóculo, nos substratos composto irrigado com água 50% e vermiculita 50%, e composto irrigado com manipueira 50% e eucalipto 50%.

3.2. Colonização micorrízica.

Avaliando o percentual de colonização radicular por FMAs, constatou-se que em todos os tratamentos inoculados, não foi observado infecção dos fungos *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum*. Porém quando inoculados em solo autoclavado, como um tratamento adicional, controle, foi verificado um nível de colonização em torno de 15-20%.

3.3. Teores dos macro e micronutrientes.

O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 6A, em anexo, revelou que para o fator substrato foi constatado efeito significativo para todos os elementos, exceto para Cu, Fe e Na. Para a fonte de variação inóculo só houve efeito significativo para os nutrientes Cu e Na, em que as maiores médias dos teores destes nutrientes na massa seca da parte aérea foram encontradas nas plantas colonizadas por *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* (Tabela 22). Quanto à interação inóculo versus substrato não foram observadas efeitos significativo para os nutrientes avaliados.

Para o fator substrato, de acordo com os contrastes ortogonais apresentados na Tabela 23, as plantas crescidas nos compostos orgânicos apresentaram teores dos macronutrientes N, P e K estatisticamente superiores daquelas crescidas no substrato comercial, especificamente quando utilizado o

composto irrigado com água. O substrato constituído pelo composto com água a 70% e vermiculita a 30%, promoveu maiores teores de N para as plantas (Tabela 24).

As plantas crescidas no substrato comercial apresentaram teores significativamente superiores de Mn e Ca quando comparadas aos compostos (Tabela 23), o que pode também ser observado na Tabela 24. Não houve diferenças estatísticas entre os compostos e o substrato comercial para os teores de Cu, Zn, Mg e S, embora os compostos com água para estes nutrientes, tenham-se mostrado superiores aos compostos com manipueira.

Tabela 20. Estimativas dos contrastes ortogonais de crescimento de mudas de maracujá em função de diferentes substratos e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Contrastes	MSPA (g)		ALT (cm)		DC (mm)		QF
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	
Composto vs. SC	0,89**	1,01**	27,47**	30,36**	0,69**	0,56**	2,73**
Água vs. Manipueira	0,14	0,28	3,59	16,44**	-0,10	0,01	1,17**
A V vs. A E	-0,75**	0,46*	-19,78**	7,66	-0,06	0,37	0,31
M V vs. M E	0,72**	-0,38	26,53**	5,28	0,50*	-0,34	1,16**
A70 V30 vs. A50 V50	0,59	-0,21	6,99	3,19	0,57*	-0,04	0,56
A70 E30 vs. A50 E50	-0,23	0,18	3,45	5,38	-0,25	-0,18	0,69
M70 V30 vs. M50 V50	0,30	-0,37	8,88	-11,56	0,12	-0,30	-0,31
M70 E30 vs. M50 E50	0,60	0,83*	18,56*	24,38**	0,77**	0,27	2,38**

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial. Com= com fungo, Sem= sem fungo. MSPA= massa seca da parte aérea, ALT= altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 21. Valores médios de crescimento de mudas de maracujá em função de substratos e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares.

Substratos	MSPA (g)		ALT (cm)		DC (mm)		QF
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	
A (70%) + V (30%)	1,76 B	2,44 A	40,68 B	65,38 A	3,80 A	4,04 A	12,75
A (50%) + V (50%)	1,18 B	2,65 A	33,69 B	62,19 A	3,23 B	4,08 A	12,19
A (70%) + E (30%)	2,10 A	2,18 A	58,69 A	58,81 A	3,45 A	3,60 A	12,50
A (50%) + E (50%)	2,33 A	2,00 A	55,24 A	53,44 A	3,70 A	3,78 A	11,81
M (70%) + V (30%)	2,22 A	1,67 B	61,19 A	40,38 B	3,95 A	3,55 A	11,56
M (50%) + V (50%)	1,92 A	2,03 A	52,32 A	51,94 A	3,84 A	3,85 A	11,88
M (70%) + E (30%)	1,65 B	2,65 A	39,50 A	53,06 A	3,78 A	4,17 A	11,75
M (50%) + E (50%)	1,05 B	1,82 A	20,94 A	28,69 A	3,01 B	3,90 A	9,38
SC	0,88 A	1,17 A	17,81 A	21,38 A	2,90 A	3,32 A	9,00

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial, Com = com fungo, Sem = sem fungo, MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 22. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de maracujá obtidos em função da inoculação de FMAs.

Inóculos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹						
Com	5,92 a	7,95 a	3,87 a	44,80 a	1,33 a	2,80 a	22,90 a	3,77 a	111,26 a	95,71 a	25,45 a
Sem	5,45 a	7,93 a	3,76 a	44,07 a	0,61 b	2,77 a	22,90 a	2,89 b	113,18 a	84,09 a	22,49 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade. Com = com fungo, Sem = sem fungo.

Tabela 23. Estimativas dos contrastes ortogonais para os teores de nutrientes nas mudas de maracujá obtidos em função dos substratos

Contrastes	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹						
Composto vs. SC	3,17**	-3,18**	0,29	17,70**	0,47	-0,19	7,28*	0,85	17,67	-85,39**	5,23
Água vs. Manipueira	1,14**	0,61	0,90**	8,16**	-0,05	0,70**	7,16**	1,02*	1,79	15,85	8,66**
A V vs. A E	0,18	0,37	1,31**	-1,62	0,02	0,20	4,07	0,74	-5,91	-18,04	1,23
M V vs. M E	-0,10	0,42	1,93**	3,62	0,31	0,64*	3,71	0,31	8,23	-13,75	1,18
A70 V30 vs. A50 V50	-0,32	-1,74*	-0,48	6,76	-0,26	0,01	8,98*	0,24	-20,47	17,04	0,37
A70 E30 vs. A50 E50	1,06	0,11	0,27	5,80	0,55	0,76*	-4,82	0,43	8,58	46,81**	9,81*
M70 V30 vs. M50 V50	0,10	0,26	-0,34	2,53	0,31	0,38	3,05	-0,00	-11,82	6,14	2,90
M70 E30 vs. M50 E50	0,18	-0,47	0,47	6,61	0,41	0,32	-0,50	0,37	36,25	10,79	5,73

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste t. A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 24. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de maracujá obtidos em função dos substratos.

Substratos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			
A (70%) + V (30%)	6,53	7,20	4,71	53,05	0,88	3,22	33,82	4,42	101,89	87,84	29,68
A (50%) + V (50%)	6,85	8,95	5,20	46,29	1,14	3,21	24,84	4,19	122,36	70,80	29,30
A (70%) + E (30%)	7,05	7,76	3,78	54,19	1,27	3,39	22,84	3,78	122,32	120,77	33,16
A (50%) + E (50%)	5,99	7,65	3,50	48,39	0,71	2,63	27,66	3,35	113,74	73,96	23,36
M (70%) + V (30%)	5,47	7,62	4,19	45,40	1,36	2,92	23,51	3,07	111,49	68,69	22,26
M (50%) + V (50%)	5,37	7,36	4,53	42,87	1,05	2,54	20,46	3,07	123,32	62,54	19,36
M (70%) + E (30%)	5,61	6,84	2,67	43,81	1,10	2,25	18,02	2,94	127,30	84,76	22,49
M (50%) + E (50%)	5,43	7,31	2,20	37,21	0,69	1,93	18,52	2,57	91,06	73,97	16,76
SC	2,87	10,77	3,56	28,70	0,55	2,95	16,43	2,57	96,51	165,81	19,31

A = água, M = manipueira, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

DISCUSSÃO

A avaliação dos diferentes tipos de substratos indicou que para as três culturas estudadas, mamão, citros e maracujá, os compostos orgânicos propostos, de maneira geral, superaram o substrato comercial para as variáveis de crescimento e nutrição de plantas, proporcionando maiores valores de massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule e quantidade de folhas. Leal et al. (2007) salientam que os compostos orgânicos podem fornecer os nutrientes necessários ao crescimento para várias culturas, podendo ser utilizados como substrato.

O bom desempenho na formação das mudas, observado no composto orgânico pode ser atribuído aos teores totais de nutrientes (Tabela 2), principalmente os macronutrientes N e K, embora a quantidade exigida para o ótimo crescimento das plantas varia de acordo com a espécie. Mendonça et al. (2003) ao utilizar diferentes substratos na produção de mudas de mamoeiro, obtiveram mudas mais altas em substratos que continham esterco bovino, apresentando maior eficiência que o substrato comercial.

Contudo, as plantas crescidas no substrato comercial das três culturas estudadas, apresentaram maiores teores de manganês e cálcio. De acordo com a Tabela 2, os teores totais do micronutriente manganês no substrato comercial foram superiores aos compostos orgânicos. Segundo Ferreira e Cruz (1991), a disponibilidade do manganês na planta tende a diminuir com o aumento do pH. Isto pode ser observado neste estudo, uma vez que o pH dos compostos irrigados com manipueira e o irrigado com água, eram respectivamente 6,6 e 5,9 e o pH do substrato comercial era de 4,8 (Tabela 3). Estes autores também afirmam que as raízes das plantas afetam a sua absorção, onde os exudatos de raízes podem reduzir o Mn^{4+} para Mn^{3+} , tornando mais disponível para as plantas, em que este efeito é mais evidente em pH menor que 5,5.

Os maiores teores de Ca disponível foram encontrados no substrato comercial, quando comparado aos compostos orgânicos (Tabela 3), refletindo nos teores foliares.

Por outro lado, os teores de K disponível no substrato comercial foram bem inferiores aqueles identificados nos compostos produzidos no trabalho, refletindo também numa menor concentração deste elemento nas plantas. Além desta análise individual, é possível que as relações K/Ca, K/Mg e Ca/Mg dos substratos, tenham refletido nos teores das plantas. Isto tem sido observado e é o resultado da

competição tanto nos sítios de adsorção do substrato quanto no processo de absorção pela planta. Segundo Malavolta e Violante Neto (1989), existe um forte antagonismo entre K/Ca e Mg/Ca, onde há altos teores de um dos elementos, há inibição na absorção do outro. Então, os valores inferiores de K podem ter favorecido a absorção de Ca pelas mudas crescidas no substrato comercial.

Os diferentes tipos de compostos orgânicos, irrigados com água ou com manipueira, apresentaram comportamento diferenciado quanto ao crescimento das plantas e teores de nutrientes.

As plantas cultivadas no composto irrigado com água, de maneira geral, apresentaram-se em vantagem ao composto que possuía manipueira na sua composição. A água não interferiu no balanço nutricional do composto orgânico, já que este era rico em nutrientes, não apresentando interações negativas, potencializando assim, o desenvolvimento das culturas.

Alguns trabalhos na literatura mostram os efeitos benéficos do resíduo manipueira, quando usado na agricultura. A manipueira um resíduo rico em macronutrientes, e quando associado ao composto, apresentou maiores teores de nutrientes totais em relação ao composto irrigado com água, como mostra a Tabela 2, principalmente o N. Entretanto, o composto com manipueira não promoveu um melhor rendimento das mudas, possivelmente por algum desequilíbrio nutricional. Pinho (2007), também verificou resposta diferente à aplicação da manipueira em diferentes texturas de solo, na cultura da mandioca, em que aplicação da manipueira passa ter efeito negativo sobre a produção de massa seca da parte aérea em determinado ponto, podendo estar em função de algum desbalanço nutricional ou efeito tóxico do resíduo. Uma possibilidade também é a elevação da condutividade elétrica do substrato, normalmente verificada em virtude do aumento da concentração de sais solúveis. Um fator que pode ter concorrido para que o composto irrigado com a água tenha apresentado resultados melhores, pode estar relacionado ao teor de Na, que apresentou-se em maior quantidade no composto com manipueira. Bergman (1992) verificou que níveis mais elevados de Na reduzem o crescimento vegetativo por inibir principalmente a absorção de Ca. Da mesma forma, o teor de K disponível no substrato composto orgânico irrigado com manipueira foi maior que o composto com água e o Ca inferior. De acordo com Malavolta (1980), íons K⁺ em altas concentrações podem interagir com íons Ca²⁺ numa inibição competitiva, o que pode ter ocorrido neste estudo.

O composto irrigado com água influenciou positiva e significativamente na quantidade de folhas das três culturas, mamão, citros e maracujá, mostrando que as plantas absorveram de forma eficiente os nutrientes, principalmente o N, P e K. Para Melo et al. (2007), o número de folhas tem grande importância para o desenvolvimento das mudas, haja vista que um número maior de folhas indica uma área fotossinteticamente ativa maior, indicativo de uma muda com melhores condições de ir ao campo.

As plantas de citros cultivadas no composto irrigado com água também apresentaram-se superiores, com maior produção de massa seca, possivelmente devido aos teores de N, P e K, fundamentais para o crescimento, principalmente o N, que é considerado o nutriente mais importante para a cultura, atuando em processos como a fotossíntese. Para o elemento Zn houve efeito da interação inóculo e substrato, em que a inoculação aumentou teores das plantas cultivadas nos compostos irrigados com água associados a vermiculita, apesar de os teores totais de Zn (Tabela 2) neste composto serem menor em relação ao da manipueira, mostrando que a inoculação aumentou significativamente a concentração de Zn das plantas. Elementos com baixa mobilidade no solo como P, Cu, Zn, são absorvidos em maior quantidade pelas plantas micorrizadas (SMITH; READ, 1997), o que foi confirmado neste estudo. Segundo Oliveira (1984), a presença da micorriza favorece a translocação dos elementos minerais para o sistema radicular e parte aérea das plantas.

O composto irrigado com água foi superior para a variável altura na ausência do inóculo, para a cultura do maracujá, não apresentando assim, efeito da micorriza. A maior altura se deve provavelmente aos teores dos macronutrientes N, P e K em maiores quantidades na planta. Segundo Haag et al. (1973), o maracujazeiro extrai grande quantidade de nutrientes do solo, sendo o N e K os de maior absorção pela planta. Malavolta et al. (1997) concluíram que a resposta das plantas é mais dependente da interação entre esses elementos que do nutriente isolado.

Diferentemente as culturas do citros e maracujá, no mamoeiro o composto orgânico com manipueira mostrou-se superior ao composto com água, pelo menos para a variável altura de plantas. Isto pode ser devido ao maior teor de P presente na manipueira, sendo disponibilizado para as plantas, que requerem um suprimento de fósforo constante durante toda sua vida, sendo importante para o crescimento, e responsável pela transferência de energia. Na ausência deste nutriente o crescimento

é reduzido, sendo afetada a quantidade de matéria seca. Esse comportamento pode ser explicado também pelo maior valor do pH do composto, promovendo aumento na disponibilidade do fósforo (Lopes, 1998).

De maneira geral, a vermiculita apresentou-se em vantagem a casca de eucalipto para altura de plantas e diâmetro do caule na cultura do mamão, na interação do nutriente Zn na cultura do citros, podendo estar associada ao composto irrigado com água ou manipueira. Os materiais utilizados nas misturas para produção dos substratos, vermiculita e casca de eucalipto são considerados substratos inertes, usados como enchimentos. Segundo Figliolia et al. (1993), a vermiculita além de apresentar bons resultados, é de fácil manuseio, inorgânica, neutra, leve e com boa capacidade de absorção e retenção de água, razão pela qual vem sendo bastante utilizada.

Os dados desta pesquisa também mostraram que as mudas das fruteiras, mamão, citros e maracujá, de maneira geral, foram formadas sem interferência das micorrizas, possivelmente devido ao uso de doses elevadas dos compostos e da elevada fertilidade do substrato, principalmente do fósforo, que é um elemento de grande influência na colonização das raízes (Tabela 3). Trindade et al. (2000a), observaram que doses de esterco acima de 20% reduzem a colonização micorrízica da planta de mamão. Bento (1997) empregando uma mistura de FMAs eficientes, constatou que as mudas micorrizadas de maracujazeiro tiveram maior crescimento até a dose de 10% de esterco no substrato, não diferindo das não-micorrizadas nas doses mais elevadas.

Entretanto, diversos trabalhos tem demonstrado colonização dos FMAs em fruteiras como citros, maracujá e mamão (CAVALCANTE et al., 2002; TRINDADE et al., 2001), não sendo, contudo, evidenciado tal efeito neste trabalho. A percentagem de colonização nem sempre é uma característica segura para definir o efeito que o FMAs causam na planta hospedeira (MOREIRA-SOUZA; CARDOSO, 2002). Valores de colonização radicular muito baixo podem promover o desenvolvimento das plantas, por outro lado, a depender das combinações dos FMAs e do hospedeiro, maior colonização das raízes pode não favorecer o desenvolvimento das plantas. Ezeta e Santos (1981) observaram que baixas taxas de colonização em torno de 5%, favoreceram o desenvolvimento de plantas. Desta forma, as condições ambientais (temperatura e umidade), as espécies do fungo e planta hospedeira, bem como o teor de nutrientes dos substratos, podem influenciar na colonização micorrízica.

O tipo do substrato tem grande influência na simbiose principalmente pela quantidade de nutrientes disponíveis. Neste trabalho foi observado que as plantas crescidas em misturas de substratos constituídos por composto orgânico não apresentaram porcentagem de colonização de raízes, provavelmente devido ao teor de matéria orgânica e nível de fertilidade dos compostos, bem como no substrato comercial. Menge et al. (1982); Graham e Timmer (1984), utilizando substratos ricos em matéria orgânica, observaram prejuízos na colonização radicular e alteração no efeito benéfico da simbiose. Por outro lado, Souza et al. (1997), observaram que o substrato à base de turfa, rico em matéria orgânica, não prejudica a ação dos FMAs.

Porém, pequena taxa de colonização nas raízes das plantas de mamão e maracujá, foi observado quando os isolados *Gigaspora margarita* e *Glomus etunicatum* foram inoculados no tratamento controle, em solo autoclavado, indicando que a não colonização daquelas raízes não foi devido ao fungo, e sim pela fertilidade dos substratos.

Para a cultura do citros, não foi observado nenhuma colonização, nem mesmo quando inoculados no solo autoclavado. Isto pode ser justificado pelo fato desta cultura ter tido um tempo de produção maior, 120 dias, devido a problemas fitossanitários e de desenvolvimento das plantas, podendo ter ocorrido efeito positivo da micorrização na fase inicial do seu desenvolvimento, uma vez que a colonização é um processo muito dinâmico, não sendo constatada nenhuma infecção nas raízes no período da avaliação. De acordo com Maia et al. (2010), os esporos de FMAs podem passar por período de dormência caracterizado pela ausência de germinação, mesmo em condições ideais ao processo. Segundo os autores, a presença deste fenômeno pode estar relacionada a diversos fatores, como desbalanço nutricional, autoinibidores, barreiras estruturais, além da época que os esporos são formados.

Segundo Sena et al. (2004), as reduções na colonização interna poderiam, talvez, ser explicadas pela alta concentração de P nas células das raízes micorrizadas, em relação ao meio externo, o que demandaria energia a ser despendida pelo hospedeiro para absorver o elemento. Nessa condição, o hospedeiro passaria a limitar a existência de estruturas internas do fungo, consideradas de alto custo energético de manutenção (GRAHAM; EISSENSTAT, 1994).

Os mecanismos que regulam a formação das micorrizas arbusculares são pouco conhecidos, mas sabe-se que a concentração de fosfato (P) na planta é um fator determinante para o desenvolvimento da simbiose, pois a disponibilidade de P na

planta pode afetar o balanço de açúcares e de fitormônios, além da expressão de genes de defesa vegetal (KIRIACHEK et al., 2009). Trindade et al. (2001a) concluíram que a resposta à micorrização em mamoeiros foi mais acentuada quando as plantas foram submetidas a doses de 12 a 16 mg dm⁻³ de P disponível. Neste estudo, a quantidade de P disponível nos compostos (54 mg dm⁻³) pode ter influenciado na não colonização das plantas, considerando que a simbiose se estabelece melhor quando em substrato com baixos níveis de P (SAGGIN-JÚNIOR; SIQUEIRA, 1996).

Além da concentração de nutrientes, a colonização radicular pode ser afetada pelo pH do substrato (KOIDE; LI, 1990). O pH dos compostos utilizado neste experimento 6,6 para o composto irrigado com manipueira e 5,9 para o composto irrigado com água, classificado como acidez fraca e média, respectivamente, segundo Cavalcante et al. (2002b), embora estes valores não sejam nocivos aos fungos, pode ser baixo para as necessidades de alguns fungos. De acordo com Moreira-Souza e Cardoso (2002), a acidez e a baixa disponibilidade de nutrientes freqüentemente favorecem a colonização radicular, indicando que o fungo, ao mesmo tempo em que beneficia o crescimento das plantas, aumenta a atividade metabólica nas raízes. Entretanto, tal fato não foi observado no presente trabalho, talvez pelo teor elevado de P disponível nos compostos.

CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de substratos testados promovem melhor desenvolvimento que o substrato comercial, proporcionando maior crescimento e nutrição das plantas, sendo potencialmente indicados para a produção de mudas, porém não permitem a expressão de fungos micorrízicos arbusculares nas três fruteiras testadas.

Dentre as fontes de matéria orgânica utilizadas, o composto irrigado com água produz os melhores efeitos no desenvolvimento das plantas, embora com alguma variação no caso da cultura do mamão.

CAPÍTULO 3

Ajuste de Substratos para Produção de Mudanças de Maracujazeiro Micorrizadas

RESUMO

PEREIRA, L.M.N. Ajuste de substratos para produção de mudas de maracujazeiro micorrizadas.

O maracujazeiro é uma atividade de alta relevância sócio-econômica para o Brasil, sendo cultivado em diversas regiões tropicais. Para a produção das mudas de qualidade é necessária a utilização de um substrato adequado que atendam a demanda nutricional da planta, de forma a diminuir os custos com fertilizantes. A introdução de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na fase de produção da muda vem sendo utilizada, uma vez que os fungos podem disponibilizar os nutrientes poucos móveis no solo para as plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes combinações e dosagens de determinados ingredientes, na formulação de um substrato que permita a colonização de mudas de maracujazeiro e impacto positivo no desenvolvimento das mudas. Foram elaborados substratos tendo como base o composto orgânico. Este foi elaborado via compostagem usando-se materiais diversos. A irrigação foi feita com maniqueira diluída, que foi misturado com vermiculita ou casca de eucalipto, em diferentes proporções. Um substrato comercial foi usado como testemunha. Estes substratos foram utilizados para a obtenção de mudas de maracujazeiro. O experimento foi conduzido no esquema fatorial instalado em delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 6 x 4, seis substratos e quatro fungos, totalizando 24 tratamentos, com 6 repetições, num total de 144 plantas. Foram avaliados os parâmetros de crescimento e nutrição das plantas, além do grau de colonização micorrízica. A colonização das mudas foi fortemente afetada pelos substratos testados, provavelmente pela fertilidade natural destes. A interação substrato versus inóculo foi significativa para a variável altura de plantas. O composto orgânico testado nas diferentes dosagens foi superior ao substrato comercial. O uso de vermiculita como ingrediente inerte promoveu melhores resultados.

Palavras - chave: Fungos micorrízicos, composto orgânico, colonização, Passiflora.

ABSTRACT

PEREIRA, L.M.N. Adjustment of substrates for the production of passion fruit mycorrhizal seedlings.

The passion fruit crop is an agriculture activity of high relevance for the socioeconomic brazilian agriculture, being cultivated on several tropical areas of the world. For production of qualified crop seedlings it is needed the use of adequate substrate capable to attend plant nutrition requirements and to afford fertilize costs reduction as well. The arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) during the seedling production stage is being used because the fungi can dispose to the plants nutrients of low mobility in the soils. In this work the goal was to evaluate the influence of different combinations and doses of determined ingredients to formulate a substrate capable to promote mycorrhizal colonization in passion fruit seedlings. So, there was elaborated substrates based on organic matters. This was done via compost age using several materials. The irrigation was done using cassava effluent mixture with water, vermiculite or eucalyptus bark, under varied proportions. A commercial substrate was used as trial test. Than, these substrates were utilized to obtain passion fruit seedlings. The trial was conducted in a factorial scheme under randomized blocks 6x4, being 6 substrates and 4 fungi isolates, totalizing 24 treatments, 6 repetitions in a total of 144 plants. There were evaluated growth parameters and plant nutrition besides the degree of mycorrhiza colonization. Seedlings colonization was strongly affected by the tested substrates, probably due to its natural fertility. The interaction between substrate and AMF inoculation was significant to plant height. The organic compost tested under different doses was superior than the commercial substrate. Also the use of vermiculite as an inert ingredient has promoted better results.

Key Words: mycorrhizal fungi, organic compost, colonization, Passiflora.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims) é uma planta de clima tropical com ampla distribuição geográfica e com franca expansão tanto para a produção de frutas para consumo "in natura" como para a produção de suco (EMBRAPA, 2011). O Brasil é o maior produtor mundial da fruta, com área plantada de 50.853 ha e com produção de 713,52 ton, destacando o Estado da Bahia como o principal produtor, com produção de 322.755 ton (IBGE, 2009). A cultura apresenta grande importância devido à qualidade de seus frutos, que possuem elevadas concentrações de sais minerais e vitaminas (RAMOS et al., 2002), além da divulgação junto aos consumidores, e o incentivo da agroindústria (BERNACCI et al., 2003).

Para acompanhar essa expansão e o aumento do cultivo é necessário maximizar a produtividade dos viveiros, com a utilização de mudas de qualidade, que são em geral produzidas com a adição de adubos químicos e fertilizantes. Além disso, a inoculação dos FMAs pode potencializar a produtividade desta fruteira, contribuindo para incrementar o desenvolvimento das mudas reduzindo o tempo de produção (SILVA et al., 2004), além da redução de insumos, em especial, os adubos, consequentemente redução dos custos.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) formam associações mutualísticas com a maioria das plantas. Os benefícios da simbiose resultam em inúmeras melhorias no estado nutricional da planta hospedeira, onde a planta fornece fotossintatos ao fungo, e este, por meio da extensão e ramificação do seu micélio aumenta área de absorção das plantas (SILVA et al., 2009). A utilização destes microorganismos com a finalidade de melhorar a disponibilidade de nutrientes às plantas, é de grande importância para a agricultura e de interesse especial para o Brasil, em virtude da baixa fertilidade dos solos e elevado requerimento de nutrientes pela cultura. Assim, a utilização de um substrato adequado é de grande importância para o sucesso da cultura que depende da utilização de mudas de qualidade.

Diversos compostos podem ser utilizados como substratos, e na maioria das vezes podendo realizar misturas para fornecer os nutrientes necessários e melhores condições para germinação e desenvolvimento das mudas.

No mercado existem diversos substratos utilizados para produção de mudas, que são de boa qualidade, porém seu custo é alto. Desta forma, como alternativa surgem os substratos locais e regionais, direcionados principalmente a pequenos produtores, que podem ser facilmente obtidos com o aproveitamento agrícola de resíduos na forma de composto orgânico. Outros materiais como vermiculita e casca de eucalipto também são bastante utilizados. A vermiculita é um mineral utilizado em larga escala como substrato na agricultura, é normalmente um bom agente na melhoria das condições físicas do solo, proporcionando aeração e retenção de água. Pode ser usado puro ou misturado a outros substratos. A casca de eucalipto, também utilizada para retenção de umidade, é encontrada em misturas na composição de substratos. Para a produção de mudas de maracujazeiro, resultados satisfatórios foram obtidos com a utilização de mistura de Plantmax, esterco bovino, solo e areia (1:1:1:1) e esterco, solo, areia e vermiculita (2:1:1:1) (NEGREIROS et al., 2004); mistura de areia, vermiculita e esterco bovino (1:1:1) (OLIVEIRA et al., 1993).

A busca por introduzir de forma efetiva a inoculação de fungos micorrízicos no sistema de produção de mudas de fruteiras, como o maracujá, passa antes pela necessidade de se adequar o substrato, uma vez que substratos muito ricos podem prejudicar a colonização das raízes e alterar os benefícios da associação. Silva et al. (2001), observaram que substratos comerciais com elevados teores de fósforo reduziram a associação micorrízica em mudas de maracujazeiro, e que a inoculação na presença de diferentes substratos só foi benéfica quando associado a vermiculita.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes combinações e dosagens de determinadas fontes de matéria orgânica, na formulação de um substrato que permita a colonização de mudas de maracujazeiro e impacto positivo no desenvolvimento das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

No capítulo 2, testaram-se diferentes substratos com base em dois compostos orgânicos (irrigado com água e com manipueira), em mistura com vermiculita e casca de eucalipto, em três culturas agrícolas (mamão, maracujá e citros) com a inoculação de fungos micorrízicos. Com base nele instalou-se um segundo experimento para investigar mais detalhadamente um dos compostos orgânicos (irrigado com manipueira) com diferentes doses em mistura a outros ingredientes (vermiculita e casca de eucalipto), introduzindo a inoculação de diferentes fungos micorrízicos arbusculares no sistema de produção de mudas do maracujazeiro.

1. Descrição da área.

O experimento foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, utilizando-se da área de compostagem, casa de vegetação e Laboratório de Microbiologia do Solo e Resíduos Orgânicos. O clima da região é do tipo tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen. Chove com mais frequência no inverno, de maio a julho; alcança o total pluviométrico anual médio de 1.100 mm. A altitude é de 200m, a temperatura média anual é de 24,5°C e umidade relativa do ar de 80%. O solo é grande parte ocupado pelo tipo Latossolo Amarelo e o Argissolo Amarelo de textura franco-argilo-arenosa, com baixo teor de matéria orgânica, ácido, de grandes extensões na faixa pré-litorânea do Nordeste do Brasil.

2. Produção de composto orgânico.

O composto foi produzido utilizando resíduos disponíveis na área de compostagem da Embrapa Mandioca e Fruticultura. Os resíduos sólidos utilizados foram grama na proporção de 50%, casca de laranja - 20%, torta de cacau - 20%,

torta de mamona - 10%. A fonte de irrigação dos 30 primeiros dias foi feito com manipueira diluída a 50% (Figura 1).

O composto foi revirado a cada 7 dias, durante um mês, realizando aplicação do líquido a cada reviramento. Foram utilizados 30 L de manipueira (diluída 1:1), totalizando 60 L, sendo aplicando 15 L a cada reviramento, verificando-se diariamente a temperatura. Com 60 dias foi obtido o composto final (composto orgânico). Depois de pronto, as pilhas foram desmontadas para secar, e após uma semana o material foi passado em moinho e peneirado para retirar os materiais mais grosseiros, adquirindo desta forma, uma melhor textura. Logo após foram armazenados e identificados.



Figura 1. Montagem do composto orgânico utilizando os resíduos disponíveis na área de compostagem da Embrapa.

3. Substrato utilizado e formulação das misturas.

Os substratos utilizados para a produção das mudas de maracujá constaram de diferentes combinações de materiais. Foi utilizado o composto orgânico irrigado com manipueira anteriormente produzido. O substrato comercial Vivatto, constituído à base de casca de pinus bioestabilizada e com presença de vermiculita, foi adquirido no comércio local, servindo como testemunha. Os outros materiais foram a casca de eucalipto, obtida da Empresa Fumex da Cidade de Cruz das Almas-BA e a vermiculita média também adquirida do comércio local, foram utilizadas para as misturas, sendo testados em diferentes dosagens/proporções.

Os substratos foram constituídos a partir da mistura manual dos diferentes componentes, obtendo-se 05 misturas, além do comercial (Tabela 1), sendo utilizado vermiculita e casca de eucalipto na proporção 1:1. Logo após, os substratos foram distribuídos em sacos de polietileno, com capacidade de 0,5 litros, sendo irrigadas constantemente até a época do transplântio.

Tabela 1. Descrição dos substratos com as diferentes dosagens dos componentes, feitos com composto orgânico, vermiculita, casca de eucalipto e substrato comercial.

Substratos	Código	Composição (em volume)
1	C (15%) + VE (85%)	Composto (15%) + Vermic. e c. de eucalipto (85%)
2	C (30%) + VE (70%)	Composto (30%) + Vermic. e c. de eucalipto (70%)
3	C (50%) + VE (50%)	Composto (50%) + Vermic. e c. de eucalipto (50%)
4	C (30%) + V (70%)	Composto (30%) + Vermiculita (70%)
5	C (30%) + E (70%)	Composto (30%) + Casca de eucalipto (70%)
6	SC	Substrato Comercial

C = composto orgânico, V= vermiculita, E= casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Uma amostra do composto orgânico foi enviada ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Mandioca e Fruticultura, bem como o substrato comercial, para caracterização química dos nutrientes totais (Tabela 2) e disponíveis, além do pH, CTC e saturação de bases de acordo com metodologia descrita por Silva (1999) (Tabela 3).

Tabela 2. Média dos teores totais dos macro e micronutrientes do composto orgânico irrigado com manipueira e substrato comercial.

Substratos	P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
Comp-IM	11,94	11,94	3,46	9,88	0,50	1,07	19,09	25,59	61,47	90,03	95,14
SC	4,46	6,93	4,60	1,75	0,19	3,48	4,19	12,98	261,01	266,94	43,35

Comp-IM = composto irrigado com manipueira, SC = substrato comercial.

Tabela 3. Resultados da análise química dos compostos orgânicos irrigados com manipueira e substrato comercial (Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas-BA, 2011).

Fertilidade completa	Comp-IM	SC
pH em água	7,70	4,80
P (mg dm ⁻³)	2000,00	600,00
K (cmolc dm ⁻³)	10,26	1,51
Ca (cmolc dm ⁻³)	5,30	7,00
Mg (cmolc dm ⁻³)	4,70	10,20
Ca+Mg (cmolc dm ⁻³)	10,00	17,20
Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	0,20
Na (cmolc dm ⁻³)	0,87	0,35
H+Al (cmolc dm ⁻³)	0,00	8,03
S (cmolc dm ⁻³)	21,13	19,06
CTC (cmolc dm ⁻³)	21,13	27,09
V (%)	100,00	70,00

Comp-I M = Composto irrigado com manipueira, SC = substrato comercial.

4. Obtenção das plântulas.

Para obtenção das mudas, foram utilizadas sementes de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) fornecidas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura. A semeadura foi realizada em casa de vegetação, empregando como recipientes bandejas plásticas que foram preenchidas com areia lavada/autoclavada (Figura 2). Foi feita uma abertura onde foi colocada uma semente para obtenção das mudas. A germinação ocorreu em 20 dias, onde as plântulas foram conduzidas nas bandejas até que o seu sistema radicular favorecesse o transplântio para os sacos que já continham o substrato.



Figura 2. Germinação das sementes de maracujá em bandeja plástica utilizando como substrato areia autoclavada.

5. Escolha e preparo do inóculo.

As espécies do FMA utilizadas foram *Gigaspora margarita*, *Glomus etunicatum* e *Glomus clarum* obtidas da coleção do Laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Mandioca e Fruticultura, armazenados em câmara frigorífica a 5°C. Para quantificação dos esporos de FMA contidos no inóculo, foram coletadas 30 g de amostra do solo, submetida ao peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) e centrifugação em água e sacarose (JENKINS, 1964). Neste procedimento, o solo foi transferido para um recipiente contendo 1000 ml de água, homogeneizado e em seguida o sobrenadante vertido sobre peneiras sobrepostas de 20 e 400 mesh. O material retido na peneira de 400 foi transportado para um tubo de centrifuga e submetido à centrifugação em água por 5 minutos na velocidade de 2500 rpm. Em seguida a parte sobrenadante foi descartada, completando com sacarose (50%), centrifugando por 2 minutos. O sobrenadante foi vertido na peneira de 400 mesh e os esporos transferidos para beakers devidamente identificados e em seguida colocado em placa de Petri, levando-os para a lupa Nikon SMZ 645, ocular 15x16, com o objetivo de avaliar as condições e qualidade dos esporos presentes na amostra do solo para inoculação. Posteriormente, obteve-se a relação do número de esporos por grama de solo.

O inóculo foi constituído por espécies/isolados de FMA, sendo 22,5 g de solo de *Gigaspora margarita*, 11,25 g de *Glomus etunicatum* e 17,30 g de *Glomus clarum*, de maneira a fornecer 150 esporos/espécie. As plantas testemunhas, sem inoculação de FMAs, receberam uma suspensão, preparada com 100 g dos inóculos em 1,3 L de água destilada, vertendo-se em peneiras de 20 e 400 mesh, recolhendo o filtrado, de forma a reter os propágulos de FMAs e deixar passar os outros microrganismos, com o objetivo de tentar fornecer as mesmas condições dos inoculados, ou seja, uniformizando e recompondo a microbiota.

6. Inoculação.

A inoculação dos FMAs foi realizada no momento do transplante das mudas para os sacos, que continha a mistura dos substratos, devidamente

identificados. O procedimento foi realizado fazendo um orifício no centro do substrato, introduzindo a muda e ao mesmo tempo, distribuindo o inóculo sobre as raízes, proporcionando desta forma, um contato íntimo (Figura 3). Nas plantas sem inoculação, depois do transplante da muda, foi adicionado ao substrato 5 ml de um filtrado obtido pela passagem do inóculo em peneiramento úmido pela peneira de 400 mesh.



Figura 3. Procedimento da inoculação dos FMAs em casa de vegetação.

7. Delineamento experimental e variáveis avaliadas.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 6 x 4, seis substratos e quatro fungos, totalizando 24 tratamentos, com 6 blocos. Cada parcela foi constituída por um saco contendo uma muda, num total de 144 mudas.

Durante o período em que as mudas permaneceram em casa de vegetação (Figura 4), foram acompanhadas diariamente e sempre que necessário irrigadas com água destilada. Após o tempo de produção da muda, 45 dias, foi realizado medições de altura da planta, diâmetro do caule e quantidade de folhas.



Figura 4. Acompanhamento das plantas no período em que permaneceram em casa de vegetação.

A determinação da altura da planta foi realizada com uma régua graduada em centímetros, medindo-se a distância da superfície do substrato até o ápice da muda. Para avaliação do diâmetro do caule foi utilizado um paquímetro digital com valores expressos em mm.

Após estas avaliações, as partes aéreas foram coletadas, para avaliação do peso após secagem e nutrição. Para secagem, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, previamente identificados e armazenados em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, durante um período em que as plantas estivessem completamente secas, procedendo-se, em seguida, à pesagem em balança analítica.

Para a análise nutricional, determinação de macro e micronutrientes, a parte aérea seca das fruteiras, foram submetidas à moagem em Moinho de Facas, e finalmente armazenadas em sacos plásticos para subsequente análise. Posteriormente foi feito o extrato, com digestão sulfúrica para os teores de N e nitroperclórica para Fe, Zn, Cu, Mn, Ca, Mg, P, S, Na e K, sendo estas análises realizadas nos Laboratórios de Solos e Microbiologia da Embrapa Mandioca e Fruticultura de acordo com a metodologia de Silva (1999). A determinação dos nutrientes, Fe, Zn, Cu, Mn, Ca e Mg, foi feito por espectrometria de absorção atômica; os teores de P por colorimetria (azul de molibdeno); Na e K, por fotometria de chama; por turbidimetria foi determinado o S. Os teores de N foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl.

Para avaliação da percentagem de colonização micorrízica, as raízes foram coletadas do substrato, lavando-as em água corrente e inicialmente conservadas em álcool 70%, em frascos devidamente identificados (Figura 5). A coloração das raízes foi realizada de acordo com a metodologia que foi modificada de Phillips e Hayman (1970). Neste procedimento, as raízes foram lavadas em água corrente, e cobertas com KOH 10%, levando em seguida a chapa aquecedora por 30 minutos a 90 °C, seguida do tratamento com H₂O₂ alcalina por 20 minutos, acidificadas com HCl (1%) por 4 minutos, e coradas com azul de algodão por 24 horas a 0,05%. Logo após este período, as raízes foram cobertas com ácido láctico e glicerina, para posterior avaliação. Para proceder as avaliações, as raízes foram colocadas em placas de Petri quadriculadas e através da lupa Nikon SMZ 645, ocular 15x16, foi observada a percentagem de colonização radicular (GIOVANNETTI; MOSSE, 1980).



Figura 5. Procedimento para avaliação da colonização radicular lavando as raízes em água corrente e conservadas em álcool 70%, em frascos devidamente identificados.

8. Análise estatística dos dados.

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias dos substratos foram agrupadas pelo teste de Scott- Knott a 5 % de probabilidade e para as médias dos inóculos foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso de significância da interação inóculo x substratos foi realizado o seu desdobramento. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS

1. Crescimento de plantas do maracujazeiro.

O resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento do maracujazeiro: massa seca da parte aérea, altura, diâmetro do caule e quantidade de folhas encontram-se na Tabela 7A, em anexo.

Os resultados indicam que ocorreram diferenças significativas para o fator substratos em todas as variáveis avaliadas ($p < 0,05$). Já o efeito isolado de inóculo, não foi significativo (Tabela 4), enquanto a interação substrato vs. Inóculo foi significativa para a variável altura de plantas.

Tabela 4. Valores médios das variáveis de crescimento de mudas de maracujazeiro obtidos em função da inoculação de diferentes isolados de FMAs.

Inóculos	MSPA(g)	DC (mm)	QF
Gm	2,92 a	3,96 a	11,67 a
Ge	3,05 a	3,66 a	11,81 a
Gc	3,14 a	3,92 a	11,56 a
NI	3,21 a	3,78 a	11,50 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade. Gm = *Gigaspora margarita*, GE = *Glomus etunicatum*, GC = *Glomus clarum*, NI = não inoculado, MSPA = massa seca da parte aérea, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Comparando-se o fator substrato, os resultados do teste de médias para crescimento de plantas, indicaram que o uso de compostos orgânicos, em todas as combinações com vermiculita e casca de eucalipto, foram superiores ao uso do substrato comercial para a variável massa seca da parte aérea (Tabela 5).

Por outro lado, quanto ao efeito das doses intermediárias dos compostos associados ao uso da vermiculita ou da casca de eucalipto, o que possuía a vermiculita na sua composição foi estatisticamente superior ao da casca de eucalipto para as variáveis massa seca da parte aérea, diâmetro do caule e quantidade de folhas.

O uso de composto na dose mais baixa, 15%, associado a vermiculita e eucalipto proporcionou os valores mais elevados das variáveis de crescimento

das mudas de maracujá, dentre as doses testadas e também em relação ao substrato comercial (Tabela 5). Para matéria seca da parte aérea este resultado foi acompanhado ao obtido com a dose de 50% e também com a dose de 30% quando usada em combinação apenas com vermiculita.

Tabela 5. Valores médios das variáveis de crescimento de mudas de maracujazeiro obtidos em função dos substratos.

Substratos	MSPA (g)	DC (mm)	QF
C (15%) + VE (85%)	3,33 a	4,53 a	12,04 a
C (30%) + VE (70%)	3,03 b	3,82 b	11,21 b
C (50%) + VE (50%)	3,35 a	3,62 c	11,54 b
C (30%) + V (70%)	3,48 a	3,96 b	12,67 a
C (30%) + E (70%)	2,80 b	3,52 c	11,54 b
SC	2,50 c	3,51 c	10,79 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C = composto orgânico, V= vermiculita, E= casca de eucalipto, SC = substrato comercial, MSPA = massa seca da parte aérea, DC= diâmetro do caule, QF= quantidade de folhas.

Na Tabela 6, são apresentados os valores médios para a interação dos substratos vs. inóculos na altura de plantas. Observa-se que, para o isolado *Gigaspora margarita*, houve superioridade dos compostos em relação ao substrato comercial. Quanto ao efeito dos compostos nas doses intermediárias com vermiculita ou com casca de eucalipto, o que possuía vermiculita na composição foi superior na presença do fungo *Glomus etunicatum* e na ausência do fungo.

As diferentes doses dos compostos orgânicos, associado ao uso de vermiculita e casca de eucalipto, não apresentaram diferenças estatísticas entre si na presença dos isolados *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum*. Para o desdobramento o fator inóculo dentro de substratos, foram observadas diferenças significativas apenas para o substrato comercial, em que o substrato na ausência do fungo apresentou altura superior quando comparado com os substratos que foram inoculados (Tabela 6).

Tabela 6. Valores Médios para a variável altura nas mudas de maracujazeiro obtidos em função dos substratos e inoculação de FMAs.

Substratos	Gm	Ge	Gc	NI
	cm			
C (15%) + VE (85%)	71,33 aA	66,87 aA	50,47 aA	46,17 bA
C (30%) + VE (70%)	70,27 aA	49,50 bA	57,92 aA	65,63 aA
C (50%) + VE (50%)	64,08 aA	75,13 aA	65,93 aA	63,50 aA
C (30%) + V (70%)	74,42 aA	86,40 aA	71,93 aA	75,82 aA
C (30%) + E (70%)	53,08 aA	58,67 bA	66,87 aA	45,37 bA
SC	29,42 bB	44,13 bAB	40,72 aB	71,25 aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C = composto orgânico, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial, Gm = *Gigaspora margarita*, GE = *Glomus etunicatum*, GC = *Glomus clarum*, NI = não inoculado.

2. Colonização micorrízica.

Em todos os substratos testados, não foram encontradas colonização radicular, não apresentando hifas e esporos nas diferentes espécies de fungos avaliados.

3. Teores dos macro e micronutrientes.

O resumo da análise de variância apresentado na Tabela 8A, em anexo, revelou que para o fator substrato foi constatado efeito significativo para todos os elementos, exceto para Fe, Mg e S. Para a fonte de variação inóculo só houve efeito significativo para os nutrientes Fe e Mn, em que as maiores médias dos teores destes nutrientes na massa seca da parte aérea foram encontradas nas plantas colonizadas por *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* assim como também na ausência do fungo (Tabela 7). Quanto à interação inóculo versus substrato foram observados efeitos significativos para os nutrientes Ca e K (Tabela 8A).

Para o fator substrato, de acordo com os valores médios apresentados na Tabela 8, as plantas crescidas nos compostos orgânicos na dose elevada, com vermiculita e casca de eucalipto, e o composto a 30% com casca de eucalipto

apresentaram teores dos micronutrientes Cu, Mn e Zn estatisticamente superiores aquelas crescidas no substrato comercial e aos demais substratos. O substrato constituído pelo composto a 30% com casca de eucalipto, promoveu maiores teores de P para as plantas. A composição do composto a 50% e o composto de 30% associado à vermiculita ou casca de eucalipto propiciou maiores teores de N nas plantas do maracujazeiro. Os substratos constituídos pelos compostos a 30% e 50%, independente do uso da vermiculita e/ou casca de eucalipto, apresentaram os maiores teores de Na.

Para as variáveis Ca e K, são apresentados nas Tabelas 9 e 10, o desdobramento da interação inóculo vs. substrato.

As plantas crescidas no substrato comercial superaram estatisticamente os compostos orgânicos, independente das dosagens, nas plantas colonizadas por isolados *Gigaspora margarita* e *Glomus clarum* e nas não inoculadas, para o macronutriente Ca. Os substratos constituídos a 15 e 30% com vermiculita e casca de eucalipto e o composto a 30% com casca de eucalipto foram estatisticamente superiores aos demais substratos na presença do fungo *Glomus etunicatum* (Tabela 9).

Para o desdobramento de inóculo dentro dos substratos, observa-se que no substrato comercial, os isolados *Gigaspora margarita*, *Glomus clarum* e o substrato não inoculado com FMA, apresentaram maiores teores de Ca. Para os demais substratos, não houve diferenças significativas entre os inóculos estudados (Tabela 9).

A dose intermediária do composto com casca de eucalipto não diferiu da dose maior do composto com vermiculita e casca de eucalipto, sendo estes superiores aos demais substratos inoculados com o fungo *Gigaspora margarita* para o elemento K (Tabela 10). A menor dose do composto e o substrato comercial apresentaram menores teores de K inoculado com o isolado *Glomus clarum* e os mesmos substratos juntamente com o composto a 30% e casca de eucalipto apresentaram os menores teores na ausência de inóculo.

Para o desdobramento de inóculo dentro dos substratos, observa-se que para o composto 30% e vermiculita, na presença dos fungos *Glomus etunicatum*, *Glomus clarum* e na ausência de inóculo, apresentaram maiores teores de K. Para os demais substratos, não houve diferenças estatística entre os inóculos estudados (Tabela 10).

Tabela 7. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de maracujazeiro obtidos em função da inoculação de diferentes isolados de FMAs.

Fungos	P	Mg	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹					
Gm	7,46 a	2,61 a	2,36 a	1,57 a	21,40 a	3,91 a	127,03 ab	40,10 a	19,15 a
Ge	7,13 a	2,70 a	2,25 a	1,47 a	21,57 a	4,37 a	92,81 b	28,20 b	17,07 a
Gc	7,26 a	2,83 a	2,38 a	1,57 a	22,31 a	4,09 a	118,39 ab	31,24 ab	19,00 a
NI	7,82 a	2,60 a	2,31 a	1,72 a	20,32 a	4,00 a	133,74 a	35,54 ab	18,60 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Gm= *Gigaspora margarita*, GE= *Glomus etunicatum*, GC=*Glomus clarum*, NI= não inoculado.

Tabela 8. Valores médios para os teores de nutrientes nas mudas de maracujazeiro obtidos em função dos substratos.

Substratos	P	Mg	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg ⁻¹			mg kg ⁻¹					
C (15%) + VE (85%)	6,46 b	2,41 a	1,88 b	1,35 a	14,94 c	3,50 b	105,12 a	28,79 b	14,26 b
C (30%) + VE (70%)	6,77 b	2,69 a	2,65 a	1,65 a	19,00 b	3,77 b	119,99 a	31,09 b	17,12 b
C (50%) + VE (50%)	7,71 b	2,92 a	2,89 a	1,69 a	27,51 a	4,88 a	120,47 a	43,27 a	22,63 a
C (30%) + V (70%)	7,46 b	2,96 a	2,65 a	1,51 a	26,69 a	3,77 b	106,56 a	23,42 b	15,18 b
C (30%) + E (70%)	11,08 a	2,52 a	3,01 a	1,68 a	25,22 a	4,88 a	131,50 a	47,41 a	24,15 a
SC	5,04 c	2,61 a	0,87 c	1,61 a	15,02 c	3,77 b	124,31 a	28,61 b	17,38 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. C = composto orgânico, V= vermiculita, E= casca de eucalipto, SC = substrato comercial.

Tabela 9. Valores médios de teores de Ca na parte aérea de mudas de maracujá em função da interação entre substratos e inoculação de fungos micorrízicos.

Substratos	Gm	Ge	Gc	NI
	g kg ⁻¹			
C (15%) + VE (85%)	4,04 bA	5,00 aA	4,93 bA	2,83 bA
C (30%) + VE (70%)	3,52 bA	5,91 aA	4,97 bA	4,32 bA
C (50%) + VE (50%)	3,63 bA	3,37 bA	4,40 bA	4,34 bA
C (30%) + V (70%)	2,97 bA	3,37 bA	2,52 cA	3,73 bA
C (30%) + E (70%)	4,53 bA	4,52 aA	4,66 bA	4,44 bA
SC	8,06 aA	5,06 aB	7,54 aAB	6,63 aAB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. C = composto orgânico, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial, Gm = *Gigaspora margarita*, GE = *Glomus etunicatum*, GC = *Glomus clarum*, NI = não inoculado.

Tabela 10. Valores médios de teores de K na parte aérea de mudas de maracujá em função da interação entre substratos e inoculação de fungos micorrízicos.

Substratos	Gm	Ge	Gc	NI
	g kg ⁻¹			
C (15%) + VE (85%)	27,00 bA	24,90 bA	26,25 bA	21,00 bA
C (30%) + VE (70%)	28,95 bA	27,00 bA	37,05 aA	36,90 aA
C (50%) + VE (50%)	43,20 aA	41,10 aA	42,60 aA	45,15 aA
C (30%) + V (70%)	20,85 bB	33,00 aAB	35,85 aAB	46,20 aA
C (30%) + E (70%)	47,85 aA	42,75 aA	44,70 aA	30,45 bA
SC	22,50 bA	20,10 bA	14,10 bA	28,50 bA

Médias seguidas pela mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, C = composto orgânico, V = vermiculita, E = casca de eucalipto, SC = substrato comercial, Gm = *Gigaspora margarita*, GE = *Glomus etunicatum*, GC = *Glomus clarum*, NI = não inoculado

DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas ao crescimento e nutrição das plantas foram afetadas pelos diversos substratos empregados na produção de mudas do maracujazeiro.

De maneira geral, o composto orgânico proposto superou o substrato comercial, independente das dosagens e do uso da vermiculita e casca de eucalipto, podendo-se afirmar que esses substratos promoveram melhores condições para que as plantas crescessem, o que pode estar relacionado ao maior aporte de nutrientes, devido à maior concentração dos teores totais (Tabela 2), especialmente o N, P, e K, que provavelmente refletiu na altura das mudas apresentando maior massa seca, diâmetro e quantidade de folhas. Serrano et al. (2006), mostraram que o substrato constituído por resíduos orgânicos pode ser utilizado para produção de mudas de maracujazeiro amarelo.

É importante destacar o alto teor de P disponível do composto orgânico (Tabela 3), o que conferiu alto teor deste macronutriente nas mudas cultivadas nestes substratos. Da mesma forma, o K apresentou maiores teores nas dosagens mais elevada e na intermediária do composto com inoculação ou ausência de fungo, provavelmente em função do alto teor de K disponível no composto disponibilizado para as plantas, refletindo nos teores totais. O potássio é o segundo nutriente mais absorvido durante o desenvolvimento do maracujazeiro, sendo demonstrado por ARAÚJO et al. (2005) que o aumento da concentração de K na solução resulta em crescimento linear no comprimento dos ramos e dos frutos do maracujazeiro-amarelo.

Por outro lado, o substrato comercial promoveu menor desenvolvimento das mudas, devido, provavelmente à menor concentração de alguns nutrientes essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio ou também pela acidez. A ausência ou deficiência de P no substrato faz com que o sistema radicular fique pouco desenvolvido, principalmente as raízes secundárias, o que reduz a capacidade da planta em absorver água e demais nutrientes para o seu desenvolvimento (SILVA et al., 2010). Silveira et al. (2003) destaca que o N é o elemento mais exigido pelo maracujazeiro, devido ao seu crescimento contínuo, uma vez que a carência deste elemento resulta em crescimento quase nulo, sem desenvolver ramos secundários e florescimento.

Entretanto, as plantas cultivadas no substrato comercial apresentaram maiores teores de Ca com ou sem inoculação de fungos micorrízicos. Este fato se deve

possivelmente, pelo maior teor de Ca disponível encontrado no substrato (Tabela 3) refletindo nos teores foliares. Assim como os teores de potássio bem inferiores, pode estar associado à inibição competitiva existente entre o K e o Ca no processo de absorção (MALAVOLTA; VIOLANTE NETO, 1989), portanto, a deficiência de K pode ter favorecido a absorção de Ca pelas mudas.

As diferentes dosagens do composto orgânico associado ao uso da vermiculita e casca de eucalipto apresentaram comportamento diferenciado quanto ao crescimento das plantas e teores de nutrientes.

A dose mais baixa do composto promoveu melhores respostas para as variáveis massa seca, diâmetro do caule e quantidade de folhas, porém para massa seca da parte aérea este resultado também foi observado com as doses de 50% e 30% em combinação com vermiculita. Porém, esperava-se que doses crescentes do composto orgânico promovessem melhores resultados para todas as variáveis analisadas, favorecendo assim, o crescimento e desenvolvimento da planta, em função do aumento da disponibilidade de nutrientes. Nem sempre o teor absoluto do nutriente explica ou é responsável diretamente pelos efeitos no desenvolvimento das plantas, devendo-se considerar as interações entre estes nutrientes. Trindade et al. (2001c) avaliando o efeito do composto orgânico nas mudas de eucalipto, observaram maior aumento no crescimento das plantas com doses mais baixas, ocorrendo redução com doses mais elevadas do composto. Para eles, a condutividade elétrica e os altos teores de K, que podem aumentar as relações K/Ca e K/Mg na planta, teriam sido as principais causas da redução do crescimento nas doses elevadas do composto.

O uso da vermiculita foi superior à casca de eucalipto, apresentando maiores valores de massa seca, diâmetro e quantidade de folhas. Lima et al. (1996), estudando combinações de vermiculita, esterco e areia lavada, constataram que nos substratos com maiores proporções de vermiculita houve maior crescimento das mudas. Segundo Figliolia et al. (1993), a vermiculita, além de apresentar bons resultados, é de fácil manuseio, inorgânica, neutra, leve e com boa capacidade de absorção e retenção de água, razão pela qual vem sendo bastante utilizada.

As plantas inoculadas apresentaram maior altura quando crescidas nos substratos com o composto orgânico exceto com *G. clarum*, apesar de apresentar elevado teor de fósforo disponível (2000 mg/dm³), o que inibiria o efeito da micorriza. Schiavo e Martins (2002) verificaram que a inoculação com FMAs, proporcionou nas

mudas de goiabeira em substrato orgânico, aumento significativo mesmo em alta quantidade de P. Eles afirmaram que apesar dos altos teores de P nesse substrato (3500 mg/kg), que seria antagônico ao FMA, esse P estaria retido à fração orgânica sem comprometer o crescimento fúngico. Nas condições de fertilidade, a associação micorrízica pode se tornar parasítica e como consequência, causar um decréscimo no crescimento das plantas (GRAHAM; EISSENSTAT, 1998). Isso foi observado quando se utilizou o substrato comercial, em que a inoculação propiciou desenvolvimento das mudas inferiores quando comparado com as mudas não inoculadas.

Por outro lado, os dados desta pesquisa também mostraram que as mudas do maracujazeiro crescidas em misturas de substratos constituídos por composto orgânico e substrato comercial, foram formadas sem interferência das micorrizas, provavelmente devido ao nível de fertilidade dos substratos, principalmente do fósforo, que é um elemento de grande influência na colonização das raízes (Tabela 3). Trindade et al. (2000a), observaram que doses de esterco acima de 20% reduzem a colonização micorrízicas em plantas de mamão. Menge et al. (1982); Graham e Timmer (1984), também utilizando substratos ricos em matéria orgânica, observaram prejuízos na colonização radicular e alteração no efeito benéfico da simbiose.

A quantidade de P disponível no composto (2000 mg dm^{-3}) e do substrato comercial (600 mg dm^{-3}) pode ter influenciado na não colonização das plantas, uma vez que a simbiose se estabelece melhor quando em substrato com baixos níveis de P (SAGGIN-JÚNIOR; SIQUEIRA, 1996). Trindade et al. (2001a), concluíram que a resposta à micorrização em mamoeiros foi mais acentuada quando as plantas foram submetidas a doses de 12 a 16 mg dm^{-3} de P disponível.

Vale ressaltar que o tipo de substrato tem grande influência na simbiose principalmente pela quantidade de nutrientes disponíveis, assim como as espécies do fungo e de planta hospedeira. Embora neste estudo não tenha sido constatado colonização pelos FMAs, o crescimento das plantas foi favorecido. Melloni e Cardoso (1999) observaram que altos teores de P proporcionaram diminuição da porcentagem de colonização radicular em plantas cítricas e aumentos nas variáveis altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea. De acordo com eles, o efeito negativo de doses de P na colonização radicular está relacionada a várias hipóteses apresentada por diversos autores, como a diminuição dos exsudatos radiculares, interferindo no processo inicial de desenvolvimento micelial de FMAs.

Desta forma, a percentagem de colonização nem sempre é uma característica segura para se definir o efeito que os FMAs causam na planta hospedeira (MOREIRA-SOUZA; CARDOSO, 2002). Em algumas plantas, taxas tão baixas, como 5%, já foram suficientes para um bom desenvolvimento (KARANIKI et al., 2008). Por outro lado, uma maior colonização das raízes pode não favorecer o desenvolvimento das plantas.

CONCLUSÕES

Os diferentes tipos de matéria orgânica testados para formulação de novos substratos promovem melhor desenvolvimento que o comercial, proporcionando maior crescimento e nutrição das plantas.

O efeito do composto orgânico na dose mais baixa, 15%, promove melhor desenvolvimento das mudas de maracujazeiro, sendo potencialmente indicado para a produção de mudas desta cultura, porém, reduz a propagação de fungos micorrízicos arbusculares.

O uso da vermiculita promove maior desenvolvimento em *P. edulis*, sendo recomendado seu uso ao invés da utilização da casca de eucalipto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi possível evidenciar que o uso dos compostos orgânicos, via compostagem, na formulação de substratos, apresentou potencial para o crescimento e nutrição das plantas de fruteiras. Nas diversas espécies utilizadas, a constituição de substratos com ingredientes alternativos regionais superou o substrato comercial, porém a inoculação micorrízica não potencializou o efeito nos diversos substratos testados.

Respostas negativas do uso de resíduos orgânicos sobre os fungos micorrízicos foram observadas, em que a colonização micorrízica das mudas de todas as espécies foi afetada pelos diversos substratos testados, provavelmente pela fertilidade dos mesmos. Desta forma, verifica-se que os efeitos dos substratos orgânicos sobre os fungos micorrízicos são bastante variáveis, embora fatores como dose e tipo de resíduo, além da espécie vegetal e do FMA, devem ser considerados para o sucesso da simbiose na produção orgânica.

Para tanto, novas pesquisas devem ser implementadas visando à obtenção de um substrato orgânico adequado que permita a expressão dos fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de fruteiras.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. The role of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture and selection of fungi for inoculation. **Australian journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 33, n. 3; p.389-408, 1982.

ABREU, M. F, ABREU, C.A.; BATAGLIA, O. C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 1- 28, 2002. (Documentos IAC, 70).

ALVES, L. J. **Efeito da fragmentação florestal sobre as comunidades de fungos micorrízicos arbusculares da floresta atlântica do extremo sul da Bahia**. 2004. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia, 67 p.

ANDREOLA, F.; FERNANDES, S. A. P. A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. In: SILVEIRA, A.P.da. ; FREITAS, S.S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2007, p. 21-37.

ANJOS, É. C. T. dos; CAVALCANTE, U. M. T.; SANTOS, V. F. dos.; MAIA, L. C. Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. **Pesq. agropec. Bras.**, v. 40, n.4, p. 345-351, 2005.

ARAÚJO, W. B. M de. ; ALENCAR, R.D.; MENDONÇA,V.; MEDEIROS, E.V de.; ANDRADE, R de C.; ARAÚJO, R.R de. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 34, n.1, jan /fev., p. 68-73, 2010.

ARAÚJO, R.C. et al. Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.128-131, 2005.

BASTOS, D. C. ; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDIS, M. N.; ALMEIDA, L. F. P de.; ENTELMANNE, F. A. Diferentes substratos na produção de porta-enxertos de caramboleira. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 2, mar./abr., p. 312-316, 2007.

BENTO, M. M. **Fontes de matéria orgânica na composição do substrato para produção de mudas micorrizadas de maracujazeiro**. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ: Piracicaba - SP, 1997, 59 p.

BERGMANN, W. (ed.). **Nutritional disorders of plants**. New York: G. Fischer, 1992. 741p

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). **Rev. Bras. Frutic.** , v. 25, n.2, p. 355-356, 2003.

BEZERRA, F. C.; ROSA, M. F. **Utilização do pó da casca de coco-verde como substrato para produção de mudas de alface**. Fortaleza. EMBRAPA-AGROINDÚSTRIA TROPICAL, 2002. 4p. (Comunicado Técnico, 71).

BRAGA, M. M.; CÔRREA, M. C. M.; OLIVEIRA, C. H. A.; OLIVEIRA, O. R.; PINTO, C. M. Propriedades químicas de substrato produzido com resíduo orgânico da indústria processadora de caju. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS MATERIAIS REGIONAIS COMO SUBSTRATO**. Fortaleza: CE. Realização: Embrapa Agroindústria Tropical, SEBRAE/CE e UFC, set. 2008.

BUCHER, M. Functional biology of plant phosphate uptake at root and mycorrhiza interfaces. **New phytologist**, v.173, n.4, p.11-26, 2007.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANTUNES, V.; SILVEIRA, A. P. D. da; OLIVEIRA, M. H. A. Eficiência de fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, n.1, p.25-30, 1986.

CARVALHO, S. A. de; GRAF, C. C. D.; VIOLANTE, A. R. Produção de material básico e propagação. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag, 2005, p. 281-316.

CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da simbiose micorrízica arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, Recife, v. 5, 6. Universidade Federal de Pernambuco, 2009, p.180-208.

CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, A. T.; SANTOS, V. F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares, da adubação fosfatada e da esterilização do solo no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista bras. Ci. Solo**, v. 26, p.1099-1106, 2002a.

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

CHU, E. Y. Sistema de produção da pimenta do reino: Micorrizas., 2005. Disponível em: < <http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br.htm>>. Acesso em : 19/ 01/ 2011.

COLOZZI-FILHO, A.; CARVALHO, S. L. C. Efeitos de micorrizas arbusculares na produção do maracujazeiro a campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, Goiânia,1993. **Programas e resumos**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 287-288.

CORRÊA, M. C de M.; NATALE, W.; PRADO, R de M.; OLIVEIRA, I. V. M.; ALMEIDA, E. V. Adubação com zinco na formação de mudas de mamoeiro. **CAATINGA**, Mossoró, v.18, n.4, out./dez, p.245-250, 2005.

CUNHA, A. de M. ; CUNHA, G. de M.; SARMENTO, R.de A.^{III}; CUNHA, G. de M.;AMARAL, J. F. T do. Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Rev. Árvore**, v. 30, n. 2, Viçosa, Mar./Apr. 2006.

CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa: MG, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L.L dos.; SILVA, E.A.da S.; TOSTA, M.da S.; FREIRE, P de A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 3, jul./set., p. 147-152, 2008.

DETMANN, K, da S. C.; DELGADO, M.N, REBELLO, V.P.A.; LEITE, T, de S.; AZEVEDO,A.A.; KASUYA, M.C.M.; ALMEIDA, A.M de. Comparação de métodos para a observação de fungos micorrízicos arbusculares e endofíticos do tipo *dark septate* em espécies nativas de cerrado. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.32, p. 1883-1890, 2008.

DODD, J. C. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro – and natural ecosystems. **Outlook on Agriculture**, v. 29, p. 55 – 62, 2000.

DONADIO, L. C. Avaliação de três substratos para semeadura de porta enxertos para citros em bandejas **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.1, p.67 -73, 1991.

EMBRAPA. Culturas pesquisadas, 2011. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br>. Acesso em: 05/04/2011.

EZETA, F.N.; SANTOS, O.M. Importância da endomicorriza na nutrição mineral do cacauzeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, v.5, p. 22- 27, 1981.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995, 178p.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, Julho de 2000. p. 255-258.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C. P da. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1991. 734p.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de semetes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑARODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B (Coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.137-174.

FONSECA, E. B. A.; OLIVEIRA, E.; SOUZA, M.; CARVALHO, J. G. Efeitos do fósforo e fungo MVA na nutrição de dois porta-enxertos de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, p.1889-1896, 1994.

FRAIFE FILHO, G. A.; LEITE, J. B. V.; RAMOS, J. V. **Maracujá**. 2008. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm>> Acesso em: 01/03/2011.

GADKAR, V.; DAVID-SCHWARTZ, R.; KUNIK, T.; KAPULNIK, Y. Arbuscular mycorrhizal fungal colonization. Factors involved in host recognition. **Plant Physiology**, v.127, p.1493-1499, 2001.

GARRIDO, M. da S.; SOARES, A. C. F., DANTAS, A. C. V. L.; SOUSA, C.da S.; **Mudas de maracujazeiro amarelo produzidas em substratos alternativos**. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31 [anais]...05 – 10 de agosto de 2007.

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

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

GONZÁLEZ-CHÁVES, M. C.; FERRERA-CERRATO, R.; VILLEGAS-MONTER, A.Y; OROPEZA, J. L. **Selección de sustratos de crecimiento en microplantulas de cítricos inoculadas con *Glomus* sp.** Zac-19 , México, v.18 n.4, p. 369-377, 2000.

GRAÇA, J.; MACHADO, J.O.; RUGGIERO, C.; ANDRIOLI, J. L. Eficiência de fungos endomicorrízicos e da bactéria *Azospirillum brasilense* sobre o desenvolvimento de mudas do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, p.125-130, 1991.

GRAHAM, J.H.; EISSENSTAT, D.M. Host genotype and the formation and function of VA mycorrhizae. **Plant Soil**, v.159, p. 179-185, 1994.

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 for Horticultural Science**, New York, v.109, n.1, p.118-121, 1984.

HAAG, H.P. et al. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, n.30, p.267-279, 1973.

HERRMAN, S.; OELMMULLER, R.; BUSCOT, F. Manipulation of the onset of ectomycorrhiza formation by indole-3-acetic acid, activated charcoal or relative humidity in the association between oak microcuttings and *Piloderma croceum*

influence on plant development and photosynthesis. **Journal Plant Physiology**, v. 161, p. 509-517, 2004.

IBGE: Tabela 1613-Área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor de produção de lavoura permanente. IBGE: SIDRA, 2009. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 /03/ 2011.

JANOS, D. P. Mycorrhizas, succession and the rehabilitation of deforested lands in the humid tropics. In : FRANKLAND, J. C.; NAGUN, N.; GADD, G. M. (Eds.) **Fungi and environmental change**. Cambridge: Cambrid University Press, p. 129-162, 1996.

JANOS, D. P. Mycorrhiza applications in tropical forestry: are temperate-zone approaches appropriate ? In: NG, F.S.P. (ed.). **Tress and mycorrhiza**. Kuala Lumpur: Florest Research Institute, p. 133-188, 1988.

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

JOHANSSON, J. F; PAUL, L. R; FINLAY. R. D. Microbial interactions in the mycorrhizosphere and their significance for sustainable agriculture. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 48, p. 1–13, 2004.

KAMPF, A. N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002, (Documentos IAC, 70), p. 1-6.

KÄMPF, A. N. **Análise física de substratos para plantas**. Viçosa: SBCS. v. 26, 2001, p. 5-7, (Boletim Informativo).

KÄMPF, A. N. Substrato. In: KAMPF, A. N (coord). **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000, 254p.

KARANIKA, E. D.; VOULGARI, O.K.; MAMOLOS, A. P. ; ALIFRAGIS, D. A. A.; VERESOGLOU, D. S. Arbuscular mycorrhizal fungi in Northern Greece and influence of soil resources on their colonization. **Pedobiologia**, Jena, v. 51, n. 6, p. 409-418, 2008.

KIRIACHEK, S. G.; AZEVEDO, L. C. B. de; PERES, L. E. P.; LAMBAIS, M. R. Regulação do desenvolvimento de micorrizas arbusculares. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** , vol.33, n.1, p. 1-16, 2009.

KOIDE, R.T.; LI, M. **On host regulation of the vesiculararbuscular mycorrhizal symbiosis**. *New Phytol.*, 114:59- 74, 1990

LEAL, M. A. de A; GUERRA, J. G. M; PEIXOTO, R. T.G.; ALMEIDA, D. L de. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Hortic. Bras**, v. 25, n. 3, p. 392-395, 2007.

LEAL, P. L; MARTINS, M. A; RODRIGUES, L. A; SCHIAVO, J. A. Crescimento de mudas micropropagadas de bananeira micorrizadas em diferentes recipientes: **Rev. Bras. Frutic**, v. 27, n.1, Jaboticabal , 2005.

LIMA, A. de A.; BORGES, A.L.; CALDAS, R.C.; TRINDADE, A.V. **Substratos e inoculação de fungos micorrízicos em mudas de maracujá amarelo**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 14, Curitiba. Resumos, Londrina, Iapar, 1996, p.346.

LOPES, A. S. Manual internacional de fertilidade do solo. Tradução, revisão e adaptação. 2 ed. Piracicaba, Potafos, 1998. 177 p.

MAIA, L.C.; SILVA, F. S. B da. ; GOTO, B. T. Estrutura, ultraestrutura e germinação de glomerosporos. In: SIQUEIRA, J.O. et al.(Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010, p. 75-118.

MAIORANO, J. A.; VIEIRA, M. R.; SILVEIRA, A. P. D. Características microbiológicas de substratos orgânicos. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE

SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., Campinas,[Anais]. **Documentos IAC 70**. Campinas, Instituto Agrônômico, 98p, 2002.

MALAVOLTA, E. et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTE NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 251 p.

MARTINS, M. A ; GONCALVES, G. F. de. SOARES, A. C. F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares associados a compostos fenólicos, no crescimento de mudas de mamoeiro. **Pesq. agropec. bras.**, v. 35, n. 7, p. 1465-1471, 2000.

MELLONI, R.; CARDOSO, E.J.B.N. Quantificação de micélio extrarradicular de fungos micorrízicos arbusculares em plantas cítricas. II. Comparação entre diferentes espécies cítricas e endófitos. **Rev. bras. ci. solo** ,v.23, p.59-67, 1999.

MELO, A. S.; COSTA, C. X.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA JÚNIOR, C. D. Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.2, n.4, p.257-261, 2007.

MENDONÇA, V.; ARAÚJO NETO, S. E de. ; RAMOS, J. D.; PIO, R.; GONTIJO, T. C. A. Diferentes substratos e recipientes na formação de mudas de mamoeiro 'sunrise solo'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 1, abril p. 127-130, 2003.

MENDONÇA, V.; Ramos, J. D.; ARAÚJO NETO, S. E. de; Pio, R.; GONTIJO, T. C. A.; JUNQUEIRA, K. P. Substratos e quebra de dormência na formação do porta-enxerto de gravioleira cv. RBR. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 286, p. 657-668, 2002.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; FERNANDES, H. S. Efeitos de substratos formulados com esterco de curral e substratos comerciais na produção de mudas de alface. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 4, n. 2, p. 15-23,1999.

MENGE, J. A.; JARRELL, W. M.; LABANAUSKAS, C. K. ; OJALA, J. C.; HIESAR, C. ; JOHNSON, E. L. V.; SIBERT, D. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer citranger on *Glomus fasciculatus* in Califórnia citrus soils and nursery mixes. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 46, p.762-768,1982.

MENGE, J.; GERDERMANN, J. W.; LEMBRIGHT, H. W. Mycorrhizal fungi and citrus beneficial effects. **Industry Citrus Magazine**, Bartow, v. 56, p.16-18, 1975.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, p.45-52, 2002 (Documentos IAC, 70).

MINHONI, M. T. A.; AULER, P. A. M.. Efeito do fósforo, fumigação do substrato e fungo micorrízico arbuscular sobre o crescimento de plantas de mamoeiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 27, n. 5, p. 841-847, 2003.

MIRANDA, E. M.; SAGGIN JUNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1185-1191, 2008.

MIRANDA, J. C. C. de. Porque a micorriza é importante para a produção agrícola, frutífera e florestal. **Jornal Agrosoft**, 28 jun. 2006. Disponível em: <<http://www.agrosoft.org.br/agropag/20721.htm>> Acesso em: 05/02/ 2011.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**, 2 ed., ufla, Lavras, 2006, 729p.

MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E.J.B.N. Dependência micorrízica de araucária angustifolia. O.ktze.sob doses de fósforo. **Revista Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.26, p.905-912, 2002.

MORTON, J.B.; REDCKER, D. Two new families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on 77 concordant molecular and morphological characters. **Mycologia**, New York, v. 93, p. 181-195, 2001.

NEGREIROS, J. R. S.; BRAGA, L.R.; ÁLVARES, V. de S.; BRUCKNER, C. H. Diferentes substratos na formação de mudas de mamoeiro do grupo solo. **Revista Brasileira de Agriciência**, Pelotas, v.11, n.1, p.101-103, jan/mar. 2005.

NEGREIROS, J. R. S.; ÁLVARES, V. de S.; BRAGA, L. R.; BRUCKNER, C.H. Diferentes substratos na formação de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Ceres**, v. 51, n. 294, p. 243-345, 2004.

NEMEC, B.; MENGE, J. A.; PLATT, R. G.; JOHNSON, E .L. V. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with citrus in Florida and California and notes on their distribution and ecology. **Mycologia**, v. 73, p.113-127, 1981.

NUNES, M. de S., SOARES, A. C. F., SOARES FILHO, W. dos S., LÊDO, C. A da S. Colonização micorrízica natural de porta-enxertos de citros em campo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.41, n.3, p.525-528, mar., 2006.

OLIVEIRA, A. A. R.; PAIXÃO, C. M da.; AMORIM, R.T.D. **Interação entre fungos micorrízicos arbusculares e patógenos radiculares de citros**.In: CARVALHO, et al. (org.). Tópicos em ciências agrárias. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e biológica, 2009. Disponível em <<http://www.ufrb.edu.br/manejo/index>>. Acesso em : 17/03/ 2011

OLIVEIRA, A. M. G.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio fósforo e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 26, n.1, p.160-163, abr. 2004.

OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. F. S.S.; RAIJ, B. V.; MAGALHÃES, A. F. J.; BERNARDI, A. C. C. **Nutrição, calagem e adubação do mamoeiro irrigado**, v. 69, p.1- 5, 2004. (Embrapa Circular Técnico).

OLIVEIRA, A. A. R.; COELHO, Y. da S. Infecção micorrízica em pomares de citros no Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.17, n.3, p.77-84, 1995.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITARO, W. B.; VASCONCELLOS, L. A. B. Avaliação de mudas de maracujazeiro em função do substrato e do tipo de bandeja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.3, p.261- 266, 1993.

OLIVEIRA, A. A. R.; WEBER, O. B. E SILVA, A. C. G. M. Micorrização e crescimento de porta-enxertos de citros em função de inóculos micorrízicos vesículo arbusculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.7, p.1049-1056, 1992.

OLIVEIRA, A.A.R. **Interação entre fungo micorrízico vesicular-arbuscular, nematóide das galhas e fósforo em feijoeiro(Phaseolus vulgaris L.)**. Viçosa, 1984, 95 f. (Dissertação de Mestrado).

PAIXÃO, C. M da.; OLIVEIRA, A. A. R; AMORIM, R. T. D. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de porta-enxertos de citros. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 47-59, jan./mar., 2007.

PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc, London*, 55: 158-161, 1970.

PINHO, M. M. C. de A. **Características químicas de solos adubados com manipueira**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007, 56 f.

PRIMO, D.C.; FADIGAS, F.de S.; CARVALHO, J.C.R.; SCHMIDTS, C.D.S.; BORGES FILHO, A.C.S.; Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 14, n. 7, p.742–746, 2010.

RAMOS, J. D.; PIO, R.; LOPES, P. J. N. **Recomendações básicas para a cultura do maracujazeiro-azedo**. Lavras: UFLA, 2002. 36 p. (UFLA. Boletim de Extensão, 101).

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1996, 728p.

ROSA, M. de F.; BEZERRA, F.C; CORREIA, D.; SANTOS, F. J de S.; ABREU, F. A. P de. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002, 24 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 52).

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A. R.; VOLPE, C. A.; OLIVEIRA, J. C.; DURIGAN, J. F.; BAUMGARTNER, J. G.; SILVA, J. R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M. E.; KAVATI, R. & PEREIRA V.P. **Maracujá para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, Embrapa-SPI (FRUPEX, v.19). 1996, 64p.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; LOVATO, P. E. Aplicação de micorrizas arbusculares na produção de mudas e plantas micropropagadas. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.) **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: DCS, 1999, p.725-773.

SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O. Micorrizas arbusculares em cafeeiro. In: SIQUEIRA, J.O (ed.) **Avanços em fundamentos e aplicação de micorrizas**. UFL, Lavras, 1996, p. 203-254.

SAMARÃO, S. S., RODRIGUES, L.A., MARTINS, M. A., MANHÃES, T.N., ALVIM, L. A da M. Desempenho de mudas de gravioleira inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares em solo não-esterilizado, com diferentes doses de fósforo. **Maringá**, v. 33, n. 1, p. 81-88, 2011.

SAS INSTITUTE Inc. SAS Technical Report. **SAS/STAT software: Changes and Enhancement**, Release 9.1. 3, Cary NC: SAS Institute. 2006.

SCHIAVO, J.A., MARTINS, M.A. Produção de mudas de goiabeira (*psidium guajava* L.), inoculadas com o fungo micorrízico arbuscular *glomus clarum*, em substrato agro-industrial. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 2, p. 519-523, 2002.

SCHÜßLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. **Mycological Research**, v. 105, p. 1413-1421, 2001.

SEBRAE. Bio Brazil Fair mostra crescimento da produção orgânica. Disponível em [http:// www.sebraego.com.br/site/site](http://www.sebraego.com.br/site/site). Acesso em :02/02/2010.

SENA, J.O. A; LABATE, C. A; CARDOSO, E. J. B. N. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, set./out. 2004.

SERRANO, L.A.L.; SILVA, C. M. M da. OGLIARI, J.; CARVALHO, A. J. C de.; MARINHO, C. S.; DETMANN, E. utilização de substrato composto por resíduos da agroindústriamcanavieira para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 28, n. 3, p. 487-491, 2006.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: ZTZ, 371p, 1991.

SILVA, E. P.da; MARUYAMA, W. I; MENDONÇA, V; FRANCISCO, M. G. S.; BARDIVIESSO, D. M.; TOSTA, M. da S. Composição de substratos e tamanho de recipientes na produção e qualidade das mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 588-595, maio/jun, 2010.

SILVA, T. F. B da; SANTOS, A. B da S.; ROZAS, C. E. O.; SANTOS, A. C dos S.; PAIVA, L. M. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* CURTIS). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p.1-6, out. /dez, 2009.

SILVA, D. K. A. da; SILVA, F. S. B. da; YANO-MELO, A. M.; MAIA, L. C. Uso de vermicomposto favorece o crescimento de mudas de gravioleira (*Annona muricata* L. 'Morada') associadas a fungos micorrízicos arbusculares. **Acta Bot. Bras.**, v. 22, n. 3, p. 863-869, 2008.

SILVA, F. S. B. **Fase assimiótica, produção, infectividade e efetividade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em substratos com adubos orgânicos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, 2006, 296 p.

SILVA, M. A.da; CAVALCANTE, U. M. T; SILVA, F. S. B.da; SOARES, S. A. G; MAIA, L. C. Crescimento de mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). **Acta Bot. Bras.** São Paulo, v. 18, n. 4, Out./Dez. 2004.

SILVA, R. P da; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T.V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Rev. Bras. Frutic**, v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001.

SILVA, F. C da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa comunicação para transferência de tecnologia. Brasília, 1999, 370p.

SILVEIRA, A. P. D da ; GOMES, V. F. F. Micorrizas Arbusculares em Plantas Frutíferas Tropicais. In: SILVEIRA, A.P.da; FREITAS, S.S. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**: Instituto Agronômico, Campinas, 2007, p.57-77.

SILVEIRA, A. P. D.; SILVA, L. R.da.; AZEVEDO, I. C .; OLIVEIRA, E.; MELETTI, L. M. M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo, em diferentes substratos. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n.1, p.89-99, 2003.

SILVEIRA, A. P. D. Micorrizas. In: CARDOSO, E.J.B.N.; SAITO, S.M.; NEVES, M.C.P. (Ed.). **Microbiologia do Solo**. Campinas: SBCS, 1992, p.257-282.

SIQUEIRA, J. O.; NAIR, M. G.; HAMMERSCHIMIDT, R.; SAFIR, G. R. Significance of phenolic compounds in plant-soil microbial systems. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 10, p.63-121, 1991.

SMITH, S.E.; READ, D.J. Mycorrhizal simbioses, 2 ed, Academic Press, 605 p., 1997.

SMITH, S. E. Mycorrhizas of autotrophic higher plants. **Biol.Rev.**, London, v. 55, p. 475-510, 1980

SOARES, A. C. F.; SILVA, R. P.da; LIMA, G. S. Mudras de maracujazeiro amarelo inoculadas com fungos micorrízicos em diferentes substratos. **Magistra**, v. 15, n. 2, p. 265-268, jul./dez. 2003.

SOARES, A. C. F.; MARTINS, M.A. Influência de fungos micorrízicos arbusculares, associada à adição de compostos fenólicos, no crescimento de mudras de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpus*). **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 731-740, 2000.

SOARES, N. B. Mamão *Carica papaya* L. In: FAHL, J. I et al. (Ed.) **Instruções agrícolas para as principais culturas econômica**. Campinas: IAC, 1998, p. 137-138, (Boletim, 200).

SOUZA, F. A de; STURMER, S. L.; CARRENHO, R.; TRUFEM, S. F. B. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J.O. et al. (Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010, p. 15-73.

SOUZA, R. C de; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, R. G.; SILVA, E. M. R da.; MENEZES, L. F. T de.; Produção de mudas micorrizadas de *schinus terebinthifolius* raddi. em diferentes substratos. **FLORESTA**, Curitiba, v. 39, n. 1, p. 197-206, jan./mar. 2009.

SOUZA, V. C de; SILVA, R. A, da; CARDOSO, G. D.; BARRETO, A, F. Estudos sobre fungos micorrízicos. **Rev. Bras. de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10 n. 3, Campina Grande , p. 612-618., Jul/Set. 2006.

SOUZA, P. V. D.; BERJON, M. A.; ORENGA, V. A.; FONFRIA, M. A. Desenvolvimento do citrange 'Troyer' infectado com fungo micorrízico, em dois substratos de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.1 0, p. 1039-1045, 1997.

TAVEIRA, J. A. **Substratos – cuidados na escolha do tipo mais adequado**. 1996, 2p., (Boletim Ibraflor Informativo, 13), Disponível em <<http://www.uesb.br/flower/substratos>> . Acesso em:15/01/ 2011.

TRINDADE, A. V.; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVEIRA, A.P.D da. Micorrizas arbusculares na produção de mudas de plantas frutíferas e café. In: SIQUEIRA, J.O. et al.(Ed.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010, p. 415-439.

TRINDADE, A. V.; LINS, G. M. L.; MAIA, C. S. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 137-142, 2003a.

TRINDADE, A. V.; SALQUEIRO, J.L. L; SANTOS, T. M. C dos. Crescimento e produtividade do mamoeiro a partir de mudas micorrizadas, sob diferentes esquemas de adubação. In: MARTINS, D. dos S. **Papaya Brasil: qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória: Incaper, p. 454-457, 2003b.

TRINDADE, A. V; SIQUEIRA, J. O; ALMEIDA, F. P. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 12, p. 1485-1494, dez. 2001a.

TRINDADE, A. V; DANTAS, J. L. L; ALMEIDA, F. P de MAIA, I. C. S. Estimativa do coeficiente de determinação genótipica em mamoeiros (*Carica papaya* L.) inoculadas com fungo micorrízico arbuscular. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, 2001b.

TRINDADE, A.V.; MUCHOVEJ, R.M.C.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F. Crescimento e nutrição de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta a composto orgânico ou adubação mineral. **Revista Ceres**, v. 48, p.181-194, 2001c.

TRINDADE, A. V.; FARIA, N. G.; ALMEIDA, F. P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. **Pesq. Agropec. Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p.1389-1394, 2000a.

TRINDADE, A. V; SIQUEIRA, J. O; ALMEIDA, F. P. Eficiência simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares em solo não fumigado para mamoeiro. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 24, p. 505-513, 2000b.

TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, J. R. P. Propagação e plantio. In: SANCHES, N.F.; DANTAS, J.L.L. **O Cultivo do mamão**. Cruz das almas: EMBRAPA, 1999, p. 17-26.

TRINDADE, A. V. **Crescimento e composição mineral de mudas de *Eucalyptus grandis* em resposta à inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares e à aplicação de composto orgânico.** Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 1992, 84 p.

TRISTÃO, F. S. M.; ANDRADE, S. A. L. de.; SILVEIRA, A. P. D. da. Fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos comerciais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p.649-658, 2006.

TZEAN, S. S.; HUANG, Y. S. The occurrence and formation of vesicular-arbuscular mycorrhizal of citrus and maize. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, Taipei, v.21, p.119-134, 1980.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO FILHO, J. A.; VALONE, G. de V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Rev. Bras. Frutic.**, vol. 26, n. 2, p. 276-279, 2004.

WEBER, O. B. & AMORIM, S. M. C. Adubação fosfática e inoculação de fungos micorrízicos vesículos arbusculares em mameiro "Solo". **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.18, p. 187-191, 1994.

WEBER, O. B.; LUZ, A. D. Adubação orgânica e inoculação com fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em porta-enxertos de citros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 12, n. 3, p.7-16, jan.1990.

ZANGARO, W., ANDRADE, G. Micorrizas arbusculares em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: M.E. Medri; E. Bianchini; J.A. Pimenta, O. Shibata (eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, p. 171-210, 2002.

ANEXOS

Tabela 1A. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento das mudas de mamão.

FV	GL	QM			
		MSPA (g)	ALT (m)	DIA (mm)	QF
Blocos	7	1,1358	163,8901**	4,7548	17,0317*
Inóculos	1	3,2973*	68,7517	24,2967**	23,3611
substratos	8	1,8669**	441,0660**	10,2932**	43,9757**
Inóculos x substratos	8	0,5609	28,0249	4,3970	7,2049
Erro	119	0,5523	40,1884	2,5456	7,2145
CV (%)		47,07	22,24	22,94	20,98
Média Geral		1,5792	28,4993	6,9559	12,8056

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura de plantas, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 2A. Resumo da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes das mudas de mamão.

FV	GL	QM										
		P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Bloco	3	65,8285**	30,0391**	178,5774*	464,7519**	9,9110**	2,5594	267,2595**	4,3072	397465,9170**	1387,4417**	108,6576*
inoculo	1	25,2532	0,0334	87,4537	15,1791	0,3409	0,5050	10,8345	3,2663	2475,0650	18,1976	73,1614
Substartos	8	21,4149*	6,7927*	83,7087	293,6262**	3,6418**	4,3054	291,6167**	1,5323	8986,3610	9268,7855**	120,8996**
Inoculo x Sub.	8	7,9733	1,8230	39,0194	136,7239	0,3782	1,5704	24,9304	1,4288	6569,9350	58,9559	18,0670
Erro	41 ¹	10,0636	2,6988	42,5688	77,0836	1,0907	2,0631	51,0201	1,7458	7591,0030	288,3497	36,7011
Média Geral		8,0135	6,3623	9,8874	48,5247	1,4545	3,6569	30,9705	2,1707	206,3079	50,3256	23,6119
CV (%)		39,56	25,82	65,98	18,09	71,80	39,27	23,06	60,87	42,23	33,74	25,66

** e* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.¹ GL = 51 (N).

Tabela 3A. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento das mudas de citros.

FV	GL	QM			
		MSPA (g)	ALT (cm)	DIA (mm)	QF
Blocos	7	3,6999*	119,0034**	2,1709**	521,8977**
Inóculos	1	1,4656	18,0599	3,0452*	539,9722
Substratos	8	3,1387*	50,1776*	1,3864	1515,0832**
Inóculos x Substratos	8	1,2360	13,6521	0,8576	128,3856
Erro	118	1,3668	21,8962	0,7637	180,4560
CV (%)		58,33	31,92	23,62	36,72
Média Geral		2,0041	14,6573	3,6996	36,5874

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 4A. Resumo da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas mudas de citros.

FV	GL	QM											
		P	Ca	Mg	K			Na	S	N	Cu	Fe	Mn
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
Bloco	3	0,2871	9,5741*	0,8498	132,3427**	0,0876*	0,6771*	301,6422**	5,6053**	2622,7826*	33,2794	52,5065*	
inoculo	1	0,1151	4,9916	0,1604	35,3060	0,0318	0,2218	155,8945*	0,8239	130,4753	23,8991	0,5039	
Substartos	8	9,9506**	10,4242**	0,8903	229,0631**	0,0826**	0,6436*	69,3515*	0,8979	2170,7520**	199,4443**	114,6710**	
Inoculo x Sub.	8	0,7642	1,6044	0,3543	13,2145	0,0331	0,2776	17,0824	0,4985	1324,9548	38,4256	45,6830*	
Erro	47 ¹	0,7096	3,4623	0,5070	20,4905	0,0240	0,2259	27,0095	1,0273	741,8948	49,8864	17,4102	
Média Geral		3,3946	7,5417	2,5941	36,8722	0,4851	1,5095	26,3300	1,9375	121,7903	12,7433	21,6999	
CV (%)		24,81	24,67	27,44	12,27	31,92	31,48	19,73	52,31	22,36	55,42	19,22	

** e* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ¹GL = 46 (K, Na, S); GL = 50 (N).

Tabela 5A. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento nas mudas de maracujá.

FV	GL	QM			
		MSPA (g)	ALT (cm)	DIA (mm)	QF
Blocos	7	1,1554*	1080,0144**	0,9177**	7,1101*
Inóculos	1	5,5264**	1354,8534*	3,1418**	0,1736
Substratos	8	2,4252**	2974,6942**	1,1561**	28,1059**
Inóculos x Substratos	8	1,6803**	888,4392**	0,6628**	4,6580
Erro	119	0,4457	219,0338	0,3215	2,8160
CV (%)		35,66	32,68	15,48	14,69
Média Geral		1,8722	45,2938	3,6623	11,4236

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura, DC = diâmetro do caule, QF = quantidade de folhas.

Tabela 6A. Resumo da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas mudas de maracujá.

FV	GL	QM										
		P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Bloco	3	1,5913	5,7206*	0,0690	61,9444	0,7275	0,2128	123,4738	1,9555	2696,9070	317,0051	31,9682
inoculo	1	3,4110	0,0040	0,1702	8,1423	7,8394**	0,0154	0,0001	11,6295*	55,5384	2036,2160	132,3144
Substartos	8	10,6070**	9,9417**	6,3204**	421,2844**	0,5153	1,5778**	235,9053**	3,0839	1149,3855	7556,9969**	216,5002**
Inoculo x Sub.	8	3,3765	0,8836	0,5669	30,5767	0,3431	0,3226	25,1654	1,8846	1408,8872	572,2375	60,4439
Erro	43 ¹	2,0734	2,0230	0,7388	44,7423	0,4008	0,3846	69,1839	2,2869	1213,2072	972,6801	48,5390
Média Geral		5,6781	7,9203	3,8500	44,4048	0,9808	2,7923	22,9884	3,3480	112,2328	89,5839	23,9859
CV (%)		25,35	17,95	22,32	15,06	64,54	22,20	36,18	45,16	31,03	34,81	29,04

** e* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ¹GL = 44 (Na); GL = 50 (N).

Tabela 7A. Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento de plantas nas mudas de maracujá.

FV	GL	QM			
		MSPA (g)	ALT (cm)	DC (mm)	QF
Bloco	5	2,6900**	554,6226	1,0478*	3,4069
Substrato	5	3,4270**	2605,1496**	3,6227**	10,2736**
Inóculo	3	0,5418	126,1149	0,7297	0,6551
Substrato x Inóculo	15	0,4263	815,3126*	0,5169	3,5773
Erro	115	0,4367	410,1801	0,4194	2,7954
Média Geral		3,0808	61,0340	3,8244	11,6319
CV (%)		21,45	33,18	16,93	14,37

** e* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. MSPA = massa seca da parte aérea, ALT = altura, DC= diâmetro do caule, QF= quantidade de folhas.

Tabela 8A. Resumo da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes nas mudas de maracujá.

FV	GL	QM										
		P	Ca	Mg	K	Na	S	N	Cu	Fe	Mn	Zn
		g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹				
Bloco	3	3,9989	12,2838**	4,0867**	319,8440*	5,7796**	0,4207	56,6869*	0,2768	8480,4964*	427,9389	131,0885*
Substratos	5	65,7540**	24,4759**	0,7764	1205,8637**	10,6062**	0,2783	537,8685**	6,1866**	1692,4999	1414,5182**	259,3363**
Inóculos	3	2,1761	0,9582	0,2614	55,2638	0,0806	0,2602	16,1859	0,9688	7711,5318*	644,9604*	21,7405
Subs. x Inóculo	15	4,7915	3,2779*	0,3161	180,8650*	0,8338	0,1192	19,5613	2,5051	3465,3732	251,1706	34,0998
Erro	69 ¹	6,1844	1,8118	0,4908	97,4786	0,6012	0,1803	17,0679	1,5044	2164,1721	174,9448	35,5989
Média Geral		7,4191	4,5525	26,09	32,8313	2,3246	1,5816	21,3964	4,0923	117,9937	33,7671	18,4524
CV (%)		33,52	29,57	2,6847	30,07	33,35	26,85	19,31	29,97	39,43	39,17	32,33

** e* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F. ¹GL = 44 (Na); GL = 50 (N).