

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**

**FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO DO  
MELOEIRO, CULTIVADO EM SUBSTRATO DE PÓ DE COCO, SOLO E  
VERMICOMPOSTO.**

**JOSÉ MARIA TUPINAMBÁ DA SILVA JÚNIOR**

**FORTALEZA-CE  
2008**

**Fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do meloeiro, cultivado em substrato de pó de coco, solo e vermicomposto.**

**JOSÉ MARIA TUPINAMBÁ DA SILVA JÚNIOR**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

**MAIO - 2008  
FORTALEZA - CEARÁ  
BRASIL**

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

---

José Maria Tupinambá da Silva Júnior

Dissertação aprovada em: 12.05.2008

---

Prof. Paulo Furtado Mendes Filho – Dr.  
(Orientador)

---

Profa. Vânia Felipe Freire Gomes – Dr.  
(Examinadora)

---

Dr. Francisco Valderez Augusto Guimarães  
(Examinador)

---

Prof. Benedito de Brito Cardoso – Dr.  
(Examinador)

*Aos meus pais, José Maria Tupinambá da Silva e Maria do Socorro Fernandes de  
Sena Silva  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Jesus pela vida, saúde e bênçãos para conseguir obter esta qualificação profissional;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos;

A Universidade Federal do Ceará, através do Departamento de Ciências do Solo pelas condições oferecidas para a realização do curso;

Ao Professor Paulo Furtado Mendes Filho, pela orientação, amizade e disponibilidade de colaborar na realização deste trabalho;

A Professora Vânia Felipe Freire Gomes pelo ótimo convívio que sempre tivemos e sugestões valiosas a este trabalho;

Ao Dr. Francisco Valderéz Augusto Guimarães pela amizade e sugestões para melhorar este trabalho;

Ao Prof. Benedito de Brito Cardoso por aceitar estar na banca examinadora contribuindo com este trabalho;

Aos Professores do Departamento de Ciências do Solo, pelos conhecimentos transmitidos e respeito.

Aos laboratoristas Aldo Cirino, Geórgia, Franzé e Fátima, pela amizade e colaboração nas análises laboratoriais;

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas/UFC turma 2006.1: Fernanda, Flávio, Maia, Wesley e Wilber, pela amizade construída e que tenhamos um futuro de realizações;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas/UFC: Tathiana, João Paulo, Deusiane, Geocleber, Francélio, Pedro, Rafaela, Giovana e Elinete pelo agradável convívio e amizade;

Aos servidores técnicos administrativos da UFC, especialmente do Departamento de Ciências do Solo e da FUNCEME, pelo convívio e ajuda no laboratório;

E finalmente, a todos que direta ou indiretamente, contribuíram com seu apoio indispensável para a realização desta dissertação.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Aspectos gerais da cultura do melão	4
2.2 Substrato pó de coco.	6
2.3 Nutrição mineral de plantas	7
2.4 A comunidade microbiana do solo.	8
2.4.1 Respiração Basal do Solo (RBS).	9
2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA).	9
2.6 Fungos Micorrízicos Arbusculares e a Matéria Orgânica.	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
3.1 Instalação e condução do experimento1: Cultivo de melão inoculado com FMA em substrato pó de coco seco e pó de coco verde.	15
3.1.1 Tratamentos aplicados no Experimento 1.	15
3.2 Parâmetros avaliados na planta no Experimento 1.	19
3.2.1 Peso da matéria fresca e seca da parte aérea.	19
3.2.2 Altura da parte aérea e diâmetro do caule.	19
3.2.3 Determinações químicas na planta.	19
3.3 Análises microbiológicas do Experimento 1.	20
3.3.1 Colonização micorrízica arbuscular.	20
3.3.2 Dependência Micorrízica (DM).	20
3.4 Análise Estatística do Experimento 1	20
3.5 Instalação do Experimento 2: Efeito da adição de composto orgânico em solo cultivado com melão inoculado com FMA.	20
3.6. Análises realizadas no Experimento 2.	22
3.6.1 Respiração Basal do Solo.	22
3.7 Análise Estatística do Experimento 2.	22
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b>	<b>23</b>
4.1 Experimento 1	23

4.1	Análise de crescimento	23
4.1.1	Peso da matéria fresca e seca da parte aérea	23
4.1.2	Altura da parte aérea e diâmetro do caule	26
4.2	Elementos minerais na parte aérea	27
4.2.1	Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.	27
4.2.2	Ferro, Cobre, Zinco e Manganês.	31
4.3	Análises microbiológicas	32
4.3.1	Colonização micorrízica arbuscular	32
4.3.2	Dependência micorrízica	34
4.4	Experimento 2	36
4.4	Análise de crescimento	36
4.4.1	Peso da matéria fresca e seca da parte aérea	36
4.4.2	Altura da parte aérea e diâmetro do caule	38
4.5	Elementos minerais na parte aérea	39
4.5.1	Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.	39
4.5.2	Ferro, Cobre, Zinco e Manganês.	43
4.6	Análises microbiológicas	44
4.6.1	Colonização micorrízica arbuscular	44
4.6.2	Respiração Basal do Solo	46
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>48</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>49</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>62</b>



<b>LISTA DE TABELAS.</b>		<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Tratamentos implantados no Experimento 1		<b>16</b>
<b>Tabela 2.</b> Propriedades físicas e químicas da camada arável (0-20 cm) do Argissolo Vermelho Amarelo utilizado nos experimentos.		<b>17</b>
<b>Tabela 3.</b> Características químicas dos substratos pó de coco seco e pó de coco verde, utilizados nos experimentos		<b>18</b>
<b>Tabela 4.</b> Tratamentos aplicados no Experimento 2		<b>21</b>
<b>Tabela 5.</b> Análise química do vermicomposto.		<b>21</b>
<b>Tabela 6.</b> Peso da matéria seca parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de meloeiro cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo aos 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.		<b>25</b>
<b>Tabela 7.</b> Altura da parte aérea (ALT) e Diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo. Experimento 1. Média de quatro repetições.		<b>26</b>
<b>Tabela 8.</b> Conteúdos de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea do melão 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.		<b>30</b>
<b>Tabela 9.</b> Conteúdos de Ferro, Cobre, Zinco e Manganês na parte aérea das plantas de melão 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.		<b>32</b>

<b>Tabela 10.</b> Peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de meloeiro cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo aos 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.	<b>37</b>
<b>Tabela 11.</b> Altura da parte aérea (ALT) e Diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.	<b>39</b>
<b>Tabela 12.</b> Conteúdos de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea do melão 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.	<b>42</b>
<b>Tabela 13.</b> Conteúdos de Ferro, Cobre, Zinco e Manganês na parte aérea das plantas de melão 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.	<b>44</b>

	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Colonização radicular em plantas de melão 30 dias após a germinação. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística significativa a $P < 0,05$ pelo Teste de Duncan.	<b>33</b>
<b>Figura 2.</b> Dependência Micorrízica em plantas de melão por composição de substrato utilizados no Experimento 1.	<b>34</b>
<b>Figura 3.</b> Colonização micorrízica arbuscular em plantas de melão 30 dias após o transplante. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística significativa a $P < 0,05$ pelo Teste de Duncan.	<b>45</b>
<b>Figura 4.</b> Respiração basal acumulada após 10 dias de incubação, em solo cultivado com plantas de melão.	<b>47</b>

## **Fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do meloeiro, cultivado em substrato de pó de coco, solo e vermicomposto.**

### **RESUMO**

A cultura do melão assume grande importância econômica no estado do Ceará, notadamente nas exportações da fruta que aumentam a cada ano. No entanto, para manter essa alta produtividade é necessária a formação de mudas saudáveis em substratos adequados e que suportem as condições do campo. A utilização do pó de coco seco ou verde em composições de substratos e em conjunto com inoculação de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) é recomendado, uma vez que o pó de coco é substrato natural, biodegradável e de baixo custo. Além disso, a inoculação com FMA tornará as mudas mais resistentes ao transplante para o campo bem como aumentará a capacidade das mudas de absorver nutrientes, principalmente o fósforo. O presente trabalho teve por objetivos testar diferentes concentrações de substratos (pó de coco seco, verde e solo) na colonização micorrízica do melão e avaliar o efeito da adubação orgânica do solo em mudas de melão inoculadas com FMA e produzidas em substratos, pó de coco seco ou verde em ambiente estéril e não estéril. Para tanto, dois experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação pertencente ao Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará no Campus do Pici, Fortaleza-CE. O delineamento experimental adotado nos experimentos foi o inteiramente casualizado, com dez e oito tratamentos, respectivamente nos Experimentos 1 e 2, e quatro repetições. Foram assim constituídos os tratamentos do experimento 1: 70% de Pó de coco seco (PCS) ou verde (PCV) mais 30% Solo inoculado ou não com FMA; 30% PCS ou PCV mais 70% Solo inoculado ou não com FMA e 100% Solo com ou sem inoculação. No Experimento 2 as sementes foram germinadas nas duas melhores composições de substrato inoculado com FMA e transplantadas para vasos contendo solo estéril ou não, adubado ou não com composto orgânico. Ao final de 30 dias após a germinação ou transplante, as plantas foram coletadas e determinaram-se as variáveis de crescimento, as variáveis microbiológicas e conteúdo de macro e micro nutrientes na parte aérea. Foi observado no Experimento 1 que as composições de substratos formados por 30% de PCS ou PCV mais 70% Solo inoculado com FMA apresentaram os melhores valores para as variáveis de crescimento e conteúdos dos nutrientes analisadas. As composições de substratos formados com 70% de pó de coco verde

foram os que mais restringiram o crescimento e desenvolvimento das plantas de melão. No Experimento 2 as plantas adubadas com composto orgânico tiveram os maiores valores de matéria seca e fresca da parte aérea, altura e conteúdos de nutrientes analisados independente do solo ser estéril ou não estéril. A adubação orgânica favoreceu a absorção de fósforo pelas plantas, principalmente em condições de solo não estéril, indicando que as espécies de FMA pré-inoculadas possuem grande capacidade adaptativa e competitiva em relação aos FMA nativos.

**Palavras-chaves:** Melão, FMA, Substrato pó de coco, Adubação orgânica.

**Arbuscular mycorrhizal fungi in the development of melon cultivated in coconut dust substrate, soil and vermicompost.**

**ABSTRACT**

Melon culture has a great economic importance in the State of Ceará, Brazil, especially in fruit exportation to others countries. But to maintain that high productivity, healthy seedlings growing in suitable substrates that sustain plants in the field after transplanting are necessary. The use of dry or green coconut dust as a substrate composition associated with arbuscular mycorrhizal fungi inoculation is a recommended procedure, as coconut dust is a low cost natural biodegradable substrate. Arbuscular mycorrhizal soil inoculation makes seedlings more resistant to transplanting and increase nutrients absorption capacity, especially phosphorus. The objective of this dissertation was to evaluate different substrates concentrations (dry and green coconut dust and soil) on melon arbuscular mycorrhizal colonization (Experiment 1) and the effect of organic matter fertilization on AMF inoculated plants growing in a sterile and non-sterile soil, under greenhouse conditions. A randomized statistical design was adopted, with ten and eight treatments, respectively to Experiments 1 and 2, and four replications. Thirty days after germination or transplanting, plants were harvested and analyzed for their growth and microbiological variables and shoot nutrients content. Substrates compositions with 30% of dry or green coconut dust and inoculated with AMF increased melon growth as compared with higher concentrations. Sterilized or non-sterilized soil condition does not influenced plants development under organic fertilization. Addition of organic compost increased phosphorus uptake by plants grown on non-sterile soil, indicating a high competition capacity of pre-inoculated plants transplanted to non-sterile soil.

**Key-words:** Melon, AMF, Coconut dust substrate, Organic fertilization.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do melão assume importância expressiva nos Estados da Região Nordeste, por sua posição geográfica estratégica e, principalmente, pelas condições edafoclimáticas excepcionais que proporciona uma grande produção. O melão amarelo, *Cucumis melo* L. var. *inodorus* é a variedade mais cultivada no Brasil.

A produção total de melão em 2006 no Brasil foi de 500.021 toneladas (IBGE, 2008). Deste total, 96,13% foi produzido no Nordeste, sendo o Estado do Rio Grande do Norte o primeiro produtor nacional, com 49,11% do total, e o Estado do Ceará o segundo produtor, com 33,12% do total produzido (IBGE, 2008).

O pó de coco é recomendado como substrato agrícola por apresentar elevado potencial de retenção de umidade, ser biodegradável e baixo custo, notadamente na região Nordeste onde o coco é bastante cultivado.

A formação de mudas constitui-se numa etapa crítica do processo de produção e pode possibilitar aos agricultores a obtenção, em viveiro, de plantas com melhor vigor para suportar as condições adversas de campo. Expressivos aumentos no crescimento e qualidade de mudas podem ser alcançados através da fertilização mineral, com reflexos no melhor desenvolvimento, na precocidade e na maior sobrevivência em campo (Barbosa et al., 2003). A inoculação com fungo micorrízico arbuscular (FMA) vem sendo estudada, pois esta se empregada no sistema de produção de mudas, representa um grande potencial para o desenvolvimento de um cultivo racional e eficiente de mudas de boa qualidade de diversas fruteiras.

Os FMA são fungos do Filo Glomeromycota que formam associações simbióticas com quase todas as espécies agronômicas. O efeito mais notável desta associação entre plantas e fungos micorrízicos está no aumento do crescimento da

planta, resultado do aumento da absorção de nutrientes, principalmente fósforo e cobre. Além deste, pode-se enfatizar também a maior resistência à murcha causada por lesões na ação do transplante da muda para o campo e estresse hídrico, bem como a proteção da planta ao ataque de fitopatógenos que atacam o sistema radicular.

Portanto a utilização de mudas micorrizadas melhoraria a eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas e conseqüentemente, reduziria gastos com fertilizantes. Logo, os FMA constitui uma alternativa para a otimização da produção de mudas.

A presença da microbiota indígena, incluindo os fungos micorrízicos existentes, pode também influenciar o funcionamento da inoculação de espécies de FMA selecionadas. Portanto é necessário conhecer os efeitos da pré-inoculação de mudas em solo natural sem esterilização para prever o grau de sucesso na prática da inoculação após o transplantio (Chu et al., 2004). A interação desses fungos à matéria orgânica presente no solo tem demonstrado, muitas vezes, um efeito sinérgico no sentido de promover maiores incrementos na matéria seca das plantas estudadas.

Propõem-se testar a hipótese de que cultivar mudas de melão inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e cultivadas em substratos, pó de coco seco e pó de coco verde, na presença de matéria orgânica tornam-se mais vigorosas, resistentes ao transplantio e com maior capacidade de estabelecimento no campo.

Os objetivos são:

- I. Testar o efeito de diferentes concentrações do substrato (pó de coco seco, pó de coco verde e solo) sobre colonização micorrízica arbuscular e no desenvolvimento de mudas de melão;
- II. Avaliar o efeito da adubação orgânica do solo sobre o desenvolvimento de mudas de melão inoculadas com fungo micorrízico arbuscular e produzidas em substrato, pó de coco seco e pó de coco verde, meio estéril e não estéril.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do melão

O melão é uma olerácea muito apreciada no Brasil e no mundo, pertencente à família botânica das Cucurbitáceas. A cultura do melão exige o emprego de alta tecnologia, associado às condições ótimas de clima para o seu desenvolvimento o que tem permitido o aumento contínuo das exportações de melão nos últimos anos.

O meloeiro é uma cultura rentável e de retorno rápido. Na região Nordeste, onde é mais cultivado, a produtividade pode ultrapassar a 40 toneladas por hectare, com ciclo de apenas 60 a 70 dias, constituindo um ótimo negócio para os produtores, graças às condições climáticas dessa região. Nas regiões onde o clima não favorece o cultivo do meloeiro, é possível desenvolver técnicas para a sua exploração em condições protegidas, que permitem a obtenção de altas produtividades (Vásquez, 2003).

O melão é uma das cucurbitáceas mais exigentes às condições de clima e solo para seu crescimento e desenvolvimento da planta. São necessárias temperaturas do ar entre 20° e 30°C, do meio radicular superiores a 15°C e umidade relativa do ar entre 55 e 65%. O teor de nutrientes minerais disponíveis à planta deve ser elevado, com um correto balanceamento entre os mesmos. As necessidades de água são maiores nas fases iniciais de desenvolvimento da planta e o sistema radicular é altamente sensível à anoxia provocada por excesso de água (Brandão Filho & Vasconcelos, 1998) citado por Andriolo et al. (2003).

No Brasil destacam-se três variedades do melão, *Cucumis melo* L. var. *inodorus*, *Cucumis melo* L. var. *reticulatus* e *Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*, sendo a

primeira a mais cultivada no Brasil. A variedade *C. melo inodorus* apresenta frutos com casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde-escuro, com longo período de conservação pós-colheita. A variedade *C. melo reticulatus* produz melões de fina qualidade, tendo como característica principal a casca recoberta por rendilhamento corticoso e possuem curto período pós-colheita. Os melões da variedade *C. melo cantalupensis* são de inferior qualidade, forte aroma e também de curto período de conservação pós-colheita tendo a polpa de coloração laranja ou salmão (Granjeiro, 1999) citado por Lima (2001). O melão rendilhado é conhecido na região Nordeste como melão japonês ou cantaloupe, caracterizando-se por apresentar plantas de porte rasteiro, caule herbáceo muito ramificado e que produz frutos de aproximadamente 900 g, com casca rendilhada e superfície rugosa. Sua polpa é normalmente salmão, podendo também ser verde e possui aroma almiscarado. Os frutos quando maduros, em diversas cultivares, desprendem-se facilmente das plantas e são sensíveis ao manejo pós-colheita quando comparados aos melões do grupo *Inodorus*. Na região Nordeste, o melão rendilhado é comercializado a granel em mercados próximos, devido à vida pós-colheita curta, de aproximadamente sete dias (Coelho et al., 2003).

A cultura se adapta a diferentes tipos de solos, mas não se desenvolve bem naqueles de baixadas úmidas, com má drenagem e nos tipos muito rasos. O sistema radicular é normalmente superficial, porém em solos profundos e bem arejados a raiz pode atingir profundidades acima de 1 metro. Por isso deve-se dar preferência a terrenos com boa exposição ao sol, escolhendo-se os solos férteis, com 80 cm ou mais de profundidade (Costa, 2004).

Em relação à adubação, Srinivas & Prabhakar (1984) obtiveram aumento de 200% na produtividade de melão com a aplicação de 50 kg/ha de nitrogênio. Observa-se que as maiores produtividades de melão foram obtidas com níveis de 80 a 90 kg/ha de N. A importância do N está não só no aumento da produtividade, mas também por que o N exerce efeito benéfico na qualidade dos frutos do melão, aumentando o número, peso e graus Brix (Faria, 1994). O potássio é extraído pela planta de melão em maiores proporções que o resto dos elementos nutritivos, mantendo-se sua necessidade depois que os frutos alcançam seu tamanho normal até a completa maturação. Sua deficiência produz melões ocos, com baixo conteúdo de açúcares (Vásquez, 2003).

Na irrigação, embora o meloeiro não seja uma planta exigente de água no solo, é importante que se mantenha a umidade constante e uniformemente distribuída.

O fruto para atender às exigências do mercado interno e externo deve ter boa qualidade, característica esta que envolve atributos relacionados à precocidade e concentração da produção, aparência (formato, coloração da casca e presença ou não de rendilhamento), qualidade da polpa e resistência ao armazenamento. (Rizzo & Braz, 2004).

Em razão do interesse crescente por novos tipos de melão, as empresas produtoras de sementes têm lançado anualmente grande número de híbridos. Não obstante a adoção de qualquer um desses híbridos sem uma prévia avaliação pode acarretar prejuízos na produtividade e qualidade do produto. Assim sendo, o conhecimento sobre produção é fundamental para que o produtor possa decidir, com segurança, pelo genótipo mais adequado para o cultivo (Nunes et al., 2004).

## **2.2 O Substrato Pó de coco**

O termo substrato aplica-se a todo material sólido, natural, sintético, residual, mineral ou orgânico, distinto do solo, que colocado em um recipiente em forma pura ou em mistura permite o desenvolvimento radicular, desempenhando, portanto, um papel de suporte para a planta (Abad & Noguera, 1998).

O substrato adequado deve ser facilmente disponível, ter custo compatível e não poluir. Deve possuir boa aeração, boa retenção de água e nutrientes, além de permitir drenagem eficiente, propiciando, deste modo, maior produtividade e melhor qualidade dos frutos (Fontes et al., 2004). O substrato também deve apresentar alta estabilidade de estrutura, alto teor de fibras, resistentes à decomposição e estar isento de agentes causadores de doenças, pragas e propágulos de ervas daninhas (Assis et al., 2005).

Alguns pesquisadores têm desenvolvido tecnologia para a produção de mudas, visando à obtenção de plantas mais vigorosas, livres de doenças e que originarão plantas adultas mais produtivas. Para o sucesso no desenvolvimento da tecnologia para a produção de mudas, a utilização do substrato que sustentará e alimentará a jovem plântula apresenta várias vantagens, como o manejo mais adequado da água, evitando a umidade excessiva em torno das raízes e, ao mesmo tempo, mantendo volume adequado à planta. O substrato condiciona, ainda, uma grande facilidade na retirada das mudas por ocasião do transplante, o que é muito importante para o melhor desenvolvimento da planta (Fernandes & Corá, 2001).

Existem substratos comerciais empregados com esta finalidade que são de boa qualidade, porém seus custos são elevados. Uma medida adequada consiste em utilizar

substratos regionais que possam ser facilmente obtidos, como o pó de coco. Este é um resíduo orgânico derivado do mesocarpo fibroso do coco e tem se mostrado como uma alternativa para a redução dos custos dos substratos, com resultados positivos no desenvolvimento de plântulas de diversas culturas (Pragana, 1998).

A produção total de coco no Estado do Ceará foi no ano de 2005, de 279 mil toneladas em uma área de 42 mil hectares (SEAGRI, 2006) e como o consumo da água de coco verde no Brasil é crescente, é necessário também aumentar a produção para atender à procura. É a partir de dados como este que pode ser percebido a criação de um problema de natureza ambiental, visto que o resíduo final gerado, as cascas do coco, são depositadas em diversos lugares e é um material de difícil decomposição, levando mais de oito anos para se decompor. Portanto, é importante a utilização da casca do coco verde processada, não somente do ponto de vista ambiental, mas também pela importância econômica e social.

A fibra do coco maduro já vem sendo utilizada na agricultura e na indústria. Na indústria, esse resíduo é largamente utilizado como combustível para caldeiras, beneficiamento de fibras, manufatura de cordas, tapetes, estofamentos e capachos. Por sua vez, a fibra da casca do coco verde, que ainda não vem sendo amplamente utilizada, poderá se tornar matéria prima importante na produção de substratos de boa qualidade para a produção de mudas ou em cultivos sem o uso do solo. Neste caso, o aproveitamento da casca de coco verde é viável por serem suas fibras quase inertes e terem alta porosidade. A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são outras vantagens adicionais apresentadas por este tipo de substrato (Carrijo et al., 2002).

A casca de coco é constituída por uma fração de fibras e outra fração denominada pó, que se apresenta agregada às fibras. O pó da casca de coco é o material residual do processamento da casca de coco maduro para obtenção da fibra longa. O resíduo ou pó da casca de coco maduro tem sido indicado como substrato agrícola, principalmente por apresentar uma estrutura física vantajosa proporcionando alta porosidade, alto potencial de retenção de umidade e por ser biodegradável. É um meio de cultivo 100% natural e indicado para germinação de sementes, propagação de plantas em viveiros e no cultivo de flores e hortaliças. Como o preço da turfa está cada vez mais elevado e as extratoras de turfas foram fechadas, o pó da casca de coco surge como uma das alternativas (Rosa et al., 2001).

### 2.3 Nutrição Mineral de Plantas

Os elementos, macro e micro, exercem funções específicas na vida da planta, embora em algumas delas possa haver, dependendo do elemento, certo grau de substituição. Tais funções podem ser classificadas em três grandes grupos: estrutural, constituinte de enzima e ativador enzimático (Malavolta et al., 1997).

O nitrogênio (N) é encontrado em muitos compostos orgânicos, incluindo todos os aminoácidos e ácidos nucléicos. Conseqüentemente, plantas requerem quantidades maiores de N do que qualquer outro nutriente mineral e a disponibilidade deste nutriente geralmente limita a produtividade das plantas em ecossistemas naturais e agrícolas. A maioria das plantas obtém seu nitrogênio diretamente do ambiente por meio da absorção de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) ou nitrato. (Epstein & Bloom, 2006).

O fósforo (P) é absorvido pelas plantas principalmente como  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$ . A acumulação do P nas células corticais da raiz é seguida pela transferência dentro dela até o xilema, o que se dá pelo simplasto. A mais importante função metabólica do P é a energética: ele integra as moléculas do ATP (adenosina trifosfato) e ADP (adenosina difosfato); através do ATP a planta realiza todas as funções que necessitam de transferência de energia, onde se incluem as sínteses de todas as substâncias necessárias ao metabolismo celular (Epstein & Bloom, 2006).

O potássio (K) é absorvido pelas raízes  $\text{K}^+$ , sendo o processo essencialmente ativo. O K não faz parte de nenhum composto orgânico dentro da planta, mantém-se como íon  $\text{K}^+$  no citoplasma e vasos condutores; sua função não é estrutural. Como  $\text{K}^+$ , tem participação importante nas reações metabólicas de diversos processos fisiológicos. Dentre esses processos citam-se: crescimento meristemático - o K tem efeito sinérgico sobre os fitohormônios, ácido indol acético (AIA), ácido giberélico e citocininas que são responsáveis pelas partes em crescimento das plantas; regime hídrico da planta - por se encontrar solúvel na planta, o  $\text{K}^+$  afeta diretamente a pressão osmótica da célula vegetal.

O cálcio (Ca) cumpre múltiplas funções na planta, quantitativamente é o mais proeminente no apoplasto, o espaço da parede celular, onde tem a função de interligar cadeias pectínicas. O Ca é essencial para manter a integridade da membrana plasmática das células vegetais, especificamente para a seletividade do transporte de íons. O cálcio é o único elemento cuja ausência do meio causa tal prejuízo imediato de uma função da

planta. Ele também protege a membrana plasmática dos efeitos deletérios dos íons hidrogênio (pH 3,9), que prejudicam as funções da membrana tão rapidamente quanto íons de Na, quando cálcio está ausente (Epstein & Bloom, 2006).

As plantas absorvem magnésio como  $Mg^{2+}$ . Altas concentrações de Ca, e principalmente de  $K^+$  no meio, podem inibir competitivamente a absorção causando às vezes a deficiência (Malavolta et al., 1997). O magnésio fica no centro das clorofilas *a* e *b*. O átomo de Mg não participa diretamente na bioquímica da molécula de clorofila; sua função, em vez disso, parece ser manutenção da configuração estérica.

Os micronutrientes exercem diversas funções no metabolismo vegetal. A mais importante dessas funções é a ativação enzimática. Os micronutrientes fazem parte dos grupos prostéticos das enzimas que normalmente estão envolvidos nas transferências de elétrons. As enzimas são blocos compactos formados por grupos protéicos e grupos prostéticos, sendo que estes últimos somente passam a funcionar após a combinação com íons metálicos.

#### **2.4 A comunidade microbiana no solo**

O solo é considerado um ambiente altamente dinâmico e responsável por uma série de funções essenciais que garantem a funcionalidade de um ecossistema, como o crescimento das raízes, armazenamento e o suprimento de água e nutrientes, além do condicionamento para promover trocas gasosas e a atividade biológica (Tótola & Chaer, 2002). É neste habitat que organismos com metabolismos díspares podem conviver lado a lado, interagindo em estado de equilíbrio dinâmico, muitas vezes com relações de dependência essenciais para a sua sobrevivência, proporcionando, assim, condições ideais para uma biodiversidade extremamente elevada (Moreira & Siqueira, 2006).

No solo fatores de natureza física, química e biológica interagem continuamente. As transformações microbianas, assim como as diferentes reações químicas do solo, podem ser alteradas de acordo com o tipo de manejo adotado. A biomassa microbiana constitui-se num mecanismo de transformação para todos os materiais orgânicos do solo e atua como reservatório de nutrientes vegetais. O reconhecimento da importância dos microrganismos do solo tem levado a um aumento no interesse em se quantificar os nutrientes contidos em suas biomassas, cuja estimativa fornece dados úteis sobre mudanças nas propriedades biológicas do solo decorrentes do seu uso (Theodoro et al., 2003).

A comunidade microbiana do solo é influenciada pela temperatura, umidade e aeração do solo, disponibilidade de nutrientes e substratos orgânicos (Vargas & Scholles, 2000 citado por Vargas et al., 2004). Sendo importante a sua determinação para avaliação do tamanho do reservatório mais ativo e dinâmico da matéria orgânica do solo, o qual é constituído basicamente por fungos, bactérias e actinomicetos (Oliveira et al., 2001).

#### **2.4.1 Respiração Basal do Solo (RBS)**

A respiração microbiana é definida como a absorção de O<sub>2</sub> ou liberação de CO<sub>2</sub> pelas bactérias, fungos, algas e protozoários no solo, incluindo as trocas gasosas que resultam de ambos os metabolismos aeróbio e anaeróbio. A vantagem de se medir o CO<sub>2</sub> ao invés de O<sub>2</sub> está no fato do CO<sub>2</sub> refletir a atividade tanto de microrganismos aeróbios quanto de anaeróbios (Gama-Rodrigues & De-Polli, 2000). Allen & Schlesinger (2004) citam que a respiração microbiana representa o mecanismo primário de degradação do carbono imobilizado pelas plantas e estima o potencial de seqüestro de C na biosfera terrestre.

Uma alta taxa de respiração, indicativa de alta atividade biológica, pode ser uma característica desejável, se considerada como um sinal de rápida decomposição de resíduos orgânicos para a liberação de nutrientes disponíveis para as plantas. Contudo a decomposição da matéria orgânica estável do solo (fração húmica) é desfavorável para muitos processos químicos e físicos como a agregação, a capacidade de troca de cátions e capacidade de retenção de água (Islam & Weil, 2000). Desse modo, altas taxas de respiração podem indicar tanto distúrbio ecológico (incorporação de resíduos) como um alto nível de produtividade do ecossistema.

#### **2.5 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA)**

Os microrganismos existentes no solo são numerosos e distribuídos em vários grupos taxonômicos. Entre os diversos grupos de microrganismos do solo, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) ocorrem naturalmente nos solos e formam uma associação benéfica com as raízes da maioria das plantas. Os vários filamentos que compõem o corpo do fungo penetram nas raízes e passam a funcionar como um sistema radicular adicional que se estende por espaços físicos não alcançados pelas raízes.

Atualmente, a separação em grupos ou tipos pode variar dependendo do autor ou do enfoque dado, mas a tendência atual é a categorização em sete tipos distintos: arbuscular, ectomicorriza, ectendomicorriza, arbutóide, monotropóide, ericóide e orquidóide. A micorriza arbuscular é o tipo mais estudado e importante e são formadas por fungos classificados como do Filo Glomeromycota, que são asseptados e colonizam as raízes de plantas de quase todos os gêneros das Gimnospermas e Angiospermas, além de alguns representantes das Briófitas e Pteridófitas. As indicações apontam que 80% das espécies vegetais formam esse tipo de micorriza. O fungo coloniza as células do córtex inter e intracelularmente, de modo muito característico, formando os arbúsculos, estruturas intra-radulares altamente ramificadas e típicas das micorrizas arbusculares. Em alguns grupos taxonômicos, formam-se também as vesículas, hifas com dilatações terminais. Nas micorrizas arbusculares, não há evidência de especificidade hospedeira e nem ocorrem alterações morfológicas macroscópicas nas raízes colonizadas, sendo a presença da associação detectada apenas através de observações microscópicas de raízes clarificadas e coloridas com corantes especiais (Moreira & Siqueira, 2006).

As associações micorrízicas arbusculares são caracterizadas por uma simbiose mutualística entre a raiz e o fungo endomicorrízico que proporciona à planta hospedeira um melhor desenvolvimento devido à maior absorção de nutrientes, principalmente fósforo, maior resistência ao estresse hídrico e transplante (Shiavo & Martins, 2002). Esta associação além de aumentar a capacidade das plantas de absorverem nutrientes do solo, melhora a sua resposta aos diversos adubos e corretivos beneficiando desta forma seu crescimento e produção (Miranda et al., 2001). Existem ainda outras importantes funções que são atualmente atribuídas aos FMA como diminuição do teor de manganês em plantas micorrizadas, sendo que essa proteção contra o excesso de Mn é atribuída a um efeito indireto dos fungos micorrízicos, os quais podem causar mudanças na composição das comunidades de microrganismos oxidantes e redutores de Mn na rizosfera e, por conseguinte, na nutrição das plantas em relação ao Mn (Nogueira & Cardoso, 2002).

A inoculação com fungos micorrízicos traz muitos benefícios às plantas. Um dos benefícios imediatos da introdução e do uso efetivo dessa prática na agricultura brasileira é a redução do uso de insumos e, em especial, de adubos, concorrendo para reduzir custos na produção, viabilizar a produção de grandes culturas e pequenos sistemas de produção, beneficiando também o ambiente (Sena et al., 2004). Esses



benefícios da inoculação micorrízica são conseqüências do aumento da zona de absorção das raízes, mediante o desenvolvimento de hifas externas, que crescem além da zona de depleção favorecendo o aporte de nutrientes, especialmente P. Este fato ganha importância em solos tropicais onde em geral, é baixa a disponibilidade deste elemento para as plantas.

Entretanto, devido à natureza biotrófica desses fungos que crescem e se multiplicam somente na presença de raízes metabolicamente ativas, a grande limitação é a produção em escala comercial de inóculo de FMA. Outro ponto a ser destacado é que na formação de mudas é possível realizar a inoculação com FMA garantindo o estabelecimento da simbiose, mas em semeadura direta, a inoculação torna-se mais difícil por causa da necessidade de grande quantidade de inoculante (Flores-Ayala et al., 2003).

Na inoculação com FMA, a espécie a ser utilizada no processo é muito importante porque a planta apresenta diferentes graus de dependência micorrízica dependendo da espécie. Dentro desse contexto, a resposta das plantas às micorrizas varia e pode ser avaliada pelo crescimento e pela produtividade da planta, visto que a planta é o simbiote de maior interesse econômico (Rocha et al., 2006). Diferentes espécies de fungos micorrízicos arbusculares devem ser testadas em uma mesma planta, sob as mesmas condições ambientais, para selecionar FMA eficientes quanto à capacidade de promover crescimento de seu hospedeiro. Em espécies florestais, depois da seleção de espécies de FMA eficientes em promover o crescimento, o sucesso e a viabilidade de sua aplicação no estágio da formação de mudas dependerá do seu grau de micotrofismo, ou seja, da dependência que a planta apresenta a essa simbiose (Siqueira & Saggin Júnior, 2001). E esse grau de dependência micorrízica depende mais do genótipo da planta, cujo principal fator controlador da associação é o estado nutricional do vegetal.

De acordo com o fungo considerado, a resposta da planta pode sofrer alterações, mas o seu potencial de resposta à colonização parece ser uma característica intrínseca de heranças genéticas, relacionadas às características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas do hospedeiro, que controlam a demanda e o suprimento de P, e assim, o grau de dependência da planta (Koide, 1991). Com base nisto, o teor de P no solo mais apropriado para a resposta a micorriza é altamente variável entre as espécies e genótipos, e há diferenças mesmo em plantas muito próximas geneticamente, como em progênies de mesma espécie (Clement & Habte, 1995). Assim, as condições de solo e

características do genótipo do hospedeiro como sistema radicular, taxa de crescimento e alocação de carboidratos são componentes determinantes da formação e no desempenho das micorrizas sobre as plantas.

Atualmente o sucesso da fruticultura está relacionado com a produção de mudas de elevada qualidade. E como as fruteiras passam por fases de sementeira e viveiros, há maior facilidade da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) do que em culturas anuais, em virtude da menor quantidade de inoculante requerida (Silveira et al., 2002a).

A formação de mudas de frutíferas em viveiros depende na maioria das vezes de um tratamento fitossanitário prévio do substrato, para diminuição ou eliminação de sementes de plantas daninhas, pragas ou patógenos. Contudo esta prática acarreta uma redução ou eliminação de microrganismos benéficos como os FMA (Minhoni & Auler, 2003). Isso poderia trazer algum prejuízo na produção destas mudas por que existe uma viabilidade técnica de inoculação de fungos na fase de produção de mudas, visto que, diversas culturas apresentam a possibilidade para o uso da inoculação. 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., 2001).

Portanto, a inoculação com fungo micorrízico arbuscular pode constituir importante ferramenta biotecnológica, para melhorar a adaptação, reduzir o estresse do transplante para o campo e beneficiar o desenvolvimento de mudas de fruteiras (Silva et al., 2004). Mas apesar de ter sido demonstrado que a inoculação traz vários benefícios para as cultivares, alguns problemas limitam a utilização generalizada deste inóculo. Um destes é o fato dos fungos somente viverem em associação com raízes metabolicamente ativas, isto é, não são cultivados “in vitro” e, provavelmente, por isso, não foi desenvolvida tecnologia eficiente para a produção massal destes microrganismos. A produção de inóculo fica assim restrita a métodos que envolvam o crescimento conjunto do fungo com a planta (Paiva et al., 2003).

## **2.6 Fungos Micorrízicos Arbusculares e a Matéria Orgânica.**

A matéria orgânica do solo (MOS) é o produto da acumulação de resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos e parcialmente ressintetizados. Esses materiais, em ativo estado de decomposição, estão submetidos ao ataque contínuo de microrganismos. Em conseqüência, grande parte tem caráter transitório e são

continuamente renovados pela adição de resíduos vegetais e animais (Silva & Resck, 1997). Estudos têm sido realizados para verificar o efeito da matéria orgânica na inoculação de plantas com fungos micorrízicos arbusculares com resultados muitas vezes dúbios.

Kale et al. (1987) encontrou um aumento na colonização micorrízica, trabalhando com duas plantas ornamentais, *Salvia* e *Aster*, que foram cultivadas em solo adubado com vermicomposto.

Cavender et al. (2003) conduziram experimento em casa de vegetação para avaliar o efeito da adição de vermicomposto em três concentrações (0, 5 e 20%) em solo cultivado com plantas de *Sorghum bicolor* inoculadas com quatro diferentes espécies do gênero *Glomus*, verificaram que o vermicomposto independente da concentração estimulou a colonização micorrízica e principalmente na proporção de 20%, aumentou os teores de N, P, e K nas plantas de *Sorghum*. Mendes Filho (2004), pesquisando a colonização micorrízica arbuscular na presença de matéria orgânica, encontrou aumentos significativos na produção de matéria seca da parte aérea motivados por essa interação.

Fontes orgânicas de nutrientes como esterco, composto orgânicos, resíduos de culturas e ainda fertilizantes minerais de liberação lenta, como o fosfato de rocha, não parecem suprimir o crescimento e desenvolvimento de FMA e podendo até mesmo estimular o seu desenvolvimento.

No sistema de manejo orgânico existem algumas práticas que estimulam o desenvolvimento de uma comunidade eficiente de FMA, isto ocorre por que práticas que seriam prejudiciais à associação micorriza arbuscular - raiz é evitada. Dentre elas está o uso de fertilizantes de baixa solubilidade, que terá o efeito de fomentar a colonização micorrízica devido à baixa concentração de nutrientes disponível no solo. Outro manejo utilizado no sistema orgânico é a exclusão da aplicação de qualquer biocida, pois a maior parte deles tem efeito tóxico na comunidade FMA (Gosling et al., 2006).

A influência da adição de composto produzido pela compostagem de folhas de *Acacia cyanophylla* no crescimento micelial extra-radicular de FMA em áreas naturais de *Acacia tortilis* foi estudado em experimento. O composto adicionado aumentou a produção de micélio de micorriza arbuscular em todas as áreas estudadas e este maior crescimento do fungo em resposta a esta adição, representou melhora na estrutura do

solo, devido à maior produção de glomalina produzida pelo fungo micorrízico (Labidi et al., 2007).

Visando conhecer como os fungos micorrízicos arbusculares respondem as práticas agrícolas foi realizada pesquisa avaliando o efeito de duas formas de manejo, convencional e orgânico, em pomares de citros, nas comunidades de FMA, comparando-as com o solo de mata nativa. Os sistemas de manejos (orgânico e convencional) não determinam modificações significativas na riqueza e na composição de espécies de FMA, apesar da área sob aplicação de adubos orgânicos ter ocorrido aumento nos valores de pH, matéria orgânica, cálcio e magnésio. Portanto tem sido apontada a inexistência de especificidade de espécies de FMA quanto ao tipo de ecossistema, ou seja, ambientes naturais ou antrópicos (Focchi et al., 2004). A estrutura geral das comunidades de FMA não é alterada, apenas a frequência e abundância dessas espécies são modificadas pelo ambiente (Cuenca et al., 1998; Franke-Snyder et al., 2001).

Em trabalho realizado para avaliar a influência da adição de dois tipos de matéria orgânica (esterco e composto orgânico) no crescimento de *Solanum nigrum* inoculado com duas espécies de FMA (*Glomus claroideum* e *Glomus intraradices*) em solo contaminado por zinco. Conclui-se que a aplicação das duas fontes de matéria orgânica resultou uma diminuição significativa na colonização de ambas as espécies de FMA, especialmente quando o esterco foi aplicado. No entanto as plantas inoculadas apresentaram uma maior acumulação do metal zinco em seus tecidos do que as plantas controle que não foram inoculadas, sem apresentar sintoma de toxicidade em qualquer tecido da planta (Marques et al., 2008). A diminuição da colonização radicular quando foi adicionado esterco ou composto, pode ser explicado pelo alto teor de N e P que ambos apresentavam, sendo bem documentado que altos níveis de P podem reduzir a colonização por FMA.

Portanto antes da adição de qualquer fonte orgânica no solo, deve ser realizada análise química para se observar principalmente o teor de fósforo, visto que o mesmo em alta concentração inibirá o efeito positivo dos fungos micorrízicos arbusculares no crescimento das plantas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados dois experimentos em condições de casa-de-vegetação do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizada no Campus do Pici em Fortaleza-CE, Brasil. A classificação climática segundo Koeppen é um clima do tipo Aw' e esta situa-se a uma altitude de 20 m acima do nível do mar, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 3° 44' S e longitude 38° 33' W. Os experimentos estão descrito abaixo:

Experimento 1: Cultivo do melão inoculado com FMA em substrato pó de coco seco e pó de coco verde, e

Experimento 2: Efeito da adição de composto orgânico em solo cultivado com melão inoculado com FMA.

Os experimentos foram conduzidos por 30 dias, após a germinação ou transplântio.

A espécie cultivada foi o melão amarelo (*Cucumis melo* L.), cv. Eldorado 300, e o pó de coco seco e verde utilizados foram peneirados e lavados em água para diminuição da condutividade elétrica.

#### **3.1 Instalação e condução do experimento 1: Cultivo do melão inoculado com FMA em substrato pó de coco seco e pó de coco verde.**

##### **3.1.1 Tratamentos aplicados no Experimento 1.**

Os substratos pó de coco seco e pó de coco verde foram misturados em diferentes concentrações com o solo estéril, sendo que a escolha dessas concentrações

foi baseada nos resultados obtidos por Silva Júnior (2005). Os tratamentos do Experimento 1 encontram-se relacionados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos implantados no Experimento 1.

Tratamentos	Composição do Substrato
<b>T1</b>	30% de Solo + 70% de PCV + FMA
<b>T2</b>	30% de Solo + 70% de PCV – FMA
<b>T3</b>	70% de Solo + 30% de PCV + FMA
<b>T4</b>	70% de Solo + 30% de PCV – FMA
<b>T5</b>	30% de Solo + 70% de PCS + FMA
<b>T6</b>	30% de Solo + 70% de PCS – FMA
<b>T7</b>	70% de Solo + 30% de PCS + FMA
<b>T8</b>	70% de Solo + 30% de PCS – FMA
<b>T9</b>	100% de Solo + FMA
<b>T10</b>	100% de Solo – FMA

+ FMA: inoculado com FMA

- FMA: sem inoculação

PCV: Pó de coco verde

PCS: Pó de coco seco

O solo utilizado foi um Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), coletado no Campus do Pici da UFC, na camada de 0-20 cm. Após a coleta, o mesmo foi seco ao ar e posteriormente passado em peneira com malha de 2 mm de abertura, sendo retirada uma amostra para análise físico-química (EMBRAPA, 1997), cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Propriedades físicas e químicas da camada arável (0-20 cm) do Argissolo Vermelho Amarelo utilizado nos experimentos.

----- Propriedades Físicas -----															
Granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Classificação textural	Grau de floculação (g 100g <sup>-1</sup> )	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )		Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )			pH água	CE dS m <sup>-1</sup>				
Areia	Silte	Argila			Global	Partícula	0,033 MPa	1,5 MPa	Água útil						
740	100	160	Franco arenosa	60	1,44	2,64	6,87	5,33	1,54	5,4	0,28				
----- Complexo Sortivo (cmol <sub>c</sub> Kg <sup>-1</sup> ) -----															
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T	V (%)	m (%)	PST	C	N	M O	P (mg Kg <sup>-1</sup> )	
1,50	1,20	0,07	0,25	1,98	0,30	3,0	5,0	60	6	1	6,84	0,70	11,79	8	

Os substratos, pó de coco seco e pó de coco verde, e solo foram esterilizados em autoclave a uma temperatura de 121°C, a 1 atm de pressão por duas horas. As análises químicas de ambos os substratos estão descritos na Tabela 3

**Tabela 3.** Características químicas dos substratos pó de coco seco e pó de coco verde, utilizados nos experimentos.

Características	Pó de coco seco (PCS)	Pó de coco verde (PCV)
N (g kg <sup>-1</sup> )	4,80	12,6
P (g kg <sup>-1</sup> )	0,10	0,90
K (g kg <sup>-1</sup> )	1,60	1,20
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	22,50	23,40
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	3,0	3,20
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	850,08	768,57
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	12,20	34,58
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	27,08	26,02
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	32,84	20,29
M.O. (g kg <sup>-1</sup> )	535,30	543,10
C/N	64	25
C.E. (dS m <sup>-1</sup> )	0,71	0,63

As plantas foram inoculadas com fungo micorrízico arbuscular (FMA) no momento da semeadura. Esta inoculação utilizou uma mistura de duas espécies, *Glomus clarum* Nicol. & Schenck e *Glomus intraradices* Schenck & Smith, pertencentes ao Banco de Inóculo de Setor de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará. A avaliação do potencial do inóculo micorrízico foi realizada empregando-se o método do peneiramento úmido proposto por Gerdemann & Nicholson (1963), para constatação da presença e avaliação do número e qualidade dos esporos dos fungos que serão inoculados, visando-se a padronização. O inóculo foi constituído de porções de 30 gramas de solo, contendo cerca de 30 esporos do fungo e raízes de plantas colonizadas por grama de solo. Cada porção foi colocada nos vasos que a serem inoculados, logo abaixo da linha de semeadura.

A irrigação foi realizada diariamente com água do sistema de abastecimento público de Fortaleza (CAGECE), mantendo-se a umidade do solo. Foram semeadas 3 sementes por vasos e decorridos sete dias após a germinação, realizou-se o desbaste,



deixando-se apenas uma planta por vaso, adubada semanalmente com 5 mL de solução nutritiva de “Hoagland” (Hoagland & Arnon, 1950), isenta de fósforo, por quilo de substrato utilizado.

Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de um vaso com 3 dm<sup>3</sup> de capacidade e a porcentagem da composição do substrato foi calculada na base de volume.

As análises químicas do pó de coco seco, pó de coco verde e do solo, foram realizadas no Laboratório de Rotina de Solos/Água/Planta do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará.

### **3.2 Parâmetros avaliados no Experimento 1.**

O experimento 1 foi conduzido por 30 dias após a germinação das plantas e, em seguida, as plantas foram coletadas e separadas em parte aérea e raiz, sendo analisados as seguintes variáveis:

#### **3.2.1 Peso da matéria fresca e seca da parte aérea.**

As plantas foram separadas em parte aérea e raízes, sendo a parte aérea pesada em balança analítica para determinação da matéria fresca e logo após, colocadas em estufa com ventilação forçada para secagem à temperatura de 65°C até peso constante. Em seguida, foram moídas para a determinação do teor de nutrientes, enquanto que as raízes foram acondicionadas em solução alcoólica a 70%, até serem avaliadas quanto à colonização micorrízica.

#### **3.2.2 Altura da parte aérea e o diâmetro do caule.**

A altura das plantas foi medida semanalmente, considerando-se a distância compreendida entre o nível do solo até a inserção do broto da haste principal da planta. Também foi medido o diâmetro do caule das plantas, com a utilização de um paquímetro digital, ao longo do período experimental.

#### **3.2.3 Determinações químicas na planta**

Foram obtidos a partir dos extratos da digestão nitroperclórica (2:1) os conteúdos de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn. O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl a partir dos extratos obtidos por digestão sulfúrica. Os elementos Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, K por

fotometria de chama e P por colorimetria pelo método do azul de molibdênio (Malavolta et al., 1997).

### **3.3. Análises microbiológicas do Experimento 1.**

#### **3.3.1 Colonização micorrízica arbuscular**

A colonização micorrízica radicular foi avaliada segundo método de coloração de raízes proposto por Phillips & Hayman (1970). As raízes foram clarificadas através aquecimento em KOH 10 %, lavadas três vezes em água destilada, acidificadas com HCl 1% durante dez minutos e coradas por aquecimento com azul de Trípano ao lactoglicerol por quatro minutos. A quantificação da colonização radicular foi realizada pela observação de estruturas dos fungos micorrízicos na região do córtex da raiz como proposto por Giovanetti & Mosse (1980).

#### **3.3.2 Dependência Micorrízica (DM)**

A dependência micorrízica (DM) conforme definida por Gerdemann em 1975 foi estimada pela diferença percentual na produção de matéria seca da parte aérea entre as plantas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e as plantas não inoculadas ( $D_{\text{dependência}} M_{\text{micorrízica}} = \{ \text{matéria seca da planta micorrizada} - \text{matéria seca da planta não micorrizada} \} / \{ \text{matéria seca da planta micorrizada} \} \times 100$ ), de acordo com metodologia descrita por Plenchette et al. (1983)

### **3.4 Análise Estatística do Experimento 1.**

O delineamento estatístico adotado no Experimento 1 foi o inteiramente casualizado, com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais.

Os dados foram submetidos ao sistema computacional SAS (SAS, 1988), onde foi realizada análise de variância, seguida da comparação das médias pelo Teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Os dados de colonização arbuscular foram transformados em arco seno da raiz da porcentagem e os conteúdos dos nutrientes analisados em raiz quadrada, para uniformização da variância.

### **3.5 Instalação do Experimento 2: Efeito da adição de composto orgânico em solo cultivado com melão inoculado com FMA.**

Baseados nas análises realizadas no Experimento 1, foram selecionadas as duas melhores respostas obtidas pelas interações entre a inoculação micorrízica e os

substratos pó de coco seco (PCS) e pó de coco verde (PCV). As composições escolhidas foram: **70% de Solo + 30% PCS + FMA** e **70% de Solo + 30% PCV + FMA**.

Para a instalação do Experimento 2, procedeu-se a semeadura em bandejas diretamente nos substratos mencionados acima. Após oito dias da germinação foi realizado o transplântio das plântulas para vasos contendo 3 dm<sup>3</sup> de solo estéril ou não estéril e adubado ou não adubado com composto orgânico e apresentando a primeira folha definitiva. Os tratamentos estão presentes na Tabela 4. A análise química do composto orgânico utilizado encontra-se na Tabela 5.

A inoculação com FMA foi realizada no momento da semeadura nas bandejas. As plantas receberam semanalmente 5 mL de solução nutritiva de “Hoagland”, isenta de P, por quilo de solo.

**Tabela 4.** Tratamentos aplicados no Experimento 2.

Tratamentos	Composições dos tratamentos
<b>T1</b>	Solo Estéril + VC + PCS
<b>T2</b>	Solo Não Estéril + VC + PCS
<b>T3</b>	Solo Estéril – VC + PCS
<b>T4</b>	Solo Não Estéril – VC + PCS
<b>T5</b>	Solo Estéril + VC + PCV
<b>T6</b>	Solo Não Estéril + VC + PCV
<b>T7</b>	Solo Estéril – VC + PCV
<b>T8</b>	Solo Não Estéril – VC + PCV

+ VC: presença de vermicomposto

- VC: ausência de vermicomposto

+ PCS: plantas germinadas no substrato com pó de coco seco

+ PCV: plantas germinadas no substrato com pó de coco verde

**Tabela 5.** Análise química do vermicomposto.

-----g kg <sup>-1</sup> -----						
C	N	P Total	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	C/N	pH
149,62	5,0	9,27	3,76	1,11	30	7,4

### **3.6 Análises realizadas no Experimento 2**

Foram realizadas as mesmas análises do experimento 1, excluindo-se a dependência micorrízica e incluindo a respiração basal do solo de acordo com a metodologia descrita a seguir.

#### **3.6.1 Respiração Basal do Solo (RBS)**

A respiração basal do solo foi estimada após sete dias de pré-incubação, quando as amostras de solo foram mantidas com umidade de aproximadamente a 70% da capacidade de campo. A incubação foi feita colocando-se cada amostra com 50g de solo em vidros, hermeticamente fechados, contendo béqueres com 20 mL de NaOH (0,5 N). O C-CO<sub>2</sub> produzido pela respiração do solo foi capturado pelo NaOH, procedendo-se à titulação do excesso de hidróxido de sódio com HCl (0,25 M) e utilizando a fenolftaleína a 1% como indicador (Mendonça & Matos, 2005; Alef, 1995). O período total de avaliação da respiração basal foi de dez dias.

### **3.7 Análise Estatística do Experimento 2**

O delineamento estatístico adotado no Experimento 2 foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 4 repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Foi utilizado o sistema computacional SAS (SAS, 1988), realizando-se análise de variância, seguida da comparação das médias pelo Teste de Duncan, a 5% de probabilidade. Os dados de colonização arbuscular foram transformados em arco seno da raiz da porcentagem e os conteúdos dos nutrientes em raiz quadrada, para uniformização da variância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

#### 4.1 Análise de crescimento

##### 4.1.1 Peso da matéria fresca e seca da parte aérea.

As médias referentes ao peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) são apresentadas na Tabela 6, podendo ser constatado que o peso da matéria seca variou, entre os tratamentos, de 0,36g a 1,92g.

Os tratamentos T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) e T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA) não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram os maiores valores de MSPA. Apesar de não ocorrer diferença significativa, o tratamento T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), cuja composição do substrato tinha pó de coco verde (PCV) e estava inoculado com FMA, obteve valor para MSPA 22,3% superior ao tratamento T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA), que na composição do substrato tinha pó de coco seco (PCS) e não estava inoculado com FMA. Provavelmente este aumento está relacionado não somente à presença de FMA, mas também à presença de pó de coco verde, que possui uma relação C/N menor e deve ter ocorrido uma maior disponibilização de nutrientes do que no substrato do tratamento T8, que tinha PCS e cuja relação C/N é muito maior. A disponibilização de nutrientes devido à menor relação C/N deve ter contribuído para esse maior crescimento das plantas de melão inoculadas com FMA.

Também deve ser ressaltado que nos tratamentos controle, sem adição de PCV ou PCS, a inoculação com fungos micorrízicos foi fundamental para o desenvolvimento das plantas, uma vez que no tratamento T10 (100% Solo – FMA), sem inoculação, o

valor de MSPA foi o menor entre todos os tratamentos. No tratamento T9 (100% Solo + FMA) o valor da MSPA não diferiu do tratamento T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA), podendo-se inferir que, mesmo sem inoculação com FMA, a presença do PCV contribuiu para o crescimento da planta em termos percentuais, não ocorrendo, entretanto, diferença significativa em relação ao tratamento T9 (100% Solo + FMA) que estava inoculado com FMA. Contudo, ocorreu diferença estatística do tratamento T9 (100% Solo + FMA) para os tratamentos T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), evidenciando o efeito positivo da adição de pó de coco verde e seco. É importante ressaltar-se que a proporção de PCV e PCS que beneficiou o desenvolvimento da planta foi de 30% e que concentrações maiores, como a utilizada em outros tratamentos (70%) promoveu um efeito prejudicial no crescimento da planta.

Os tratamentos T1 (30% Solo + 70% PCV + FMA), T2 (30% Solo + 70% PCV – FMA), T6 (30% Solo + 70% PCS – FMA) e T10 (100% Solo – FMA) apresentaram os menores valores de MSPA, embora não diferindo estatisticamente entre si. Observa-se, ainda, que na presença de maiores concentrações de PCV (70%) e PCS (70%) não houve efeito algum da colonização micorrízica sobre o desenvolvimento das plantas.

Embora resultados experimentais comprovem o aumento da biomassa seca e fresca da parte aérea, diâmetro do caule, altura e número de folhas em plantas inoculadas com diferentes espécies de FMA, Silva et al. (2004), trabalhando com maracujá-doce (*Passiflora alata*), sugerem que, apesar de supostamente não existir especificidade pelo hospedeiro na simbiose micorrízica arbuscular, os resultados indicaram a existência de maior afinidade funcional entre o maracujá-doce e a espécie de FMA *Gigaspora albida*. Dessa forma, deve-se sempre levar em consideração que tais preferências entre macro e micro simbiote podem maximizar ou não o efeito da associação micorrízica sobre o desenvolvimento das plantas.

Aumentos na produção de matéria seca da parte aérea de plantas de alface cultivada (*Lactuca sativa* L.) e selvagem (*Lactuca serriola* L.), inoculadas com *Glomus intraradices* e não adubadas com fósforo, também foram observados por Jackson et al. (2002). Resultado similar também foi encontrado com plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) genótipo N52 inoculadas com *Glomus intraradices* cuja matéria seca da parte aérea foi maior em relação às plantas não inoculadas (Sensoy et al., 2007).

Os tratamentos T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) apresentaram os maiores valores de MFPA, com 20,17g e 19,95g,

respectivamente, diferindo estatisticamente dos demais. Concentrações maiores de PCV (70%) e PCS (70%) produziram os menores valores para MFPA, à semelhança do que ocorreu com a produção de MSPA. No entanto ocorreu diferença estatística significativa destes tratamentos em relação aos demais, constatando-se, nestas composições de substratos, um efeito benéfico estatisticamente significativo da inoculação micorrízica no desenvolvimento do melão.

A diferença percentual na produção de MFPA observada entre os tratamentos T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) e T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), provavelmente ocorreu devido à presença de pó de coco verde com menor relação C/N, visto que as duas composições estavam inoculadas e possuíam a mesma proporção (30%) de PCV ou PCS.

**Tabela 6.** Peso da matéria seca parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de meloeiro cultivadas em Argissolo Vermelho Amarelo aos 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.

Tratamentos	MSPA	MFPA
	-----g planta <sup>-1</sup> -----	
<b>T1</b> 30% Solo + 70% PCV + FMA	0,51 E *	5,50 D *
<b>T2</b> 30% Solo + 70% PCV – FMA	0,49 E	5,68 D
<b>T3</b> 70% Solo + 30% PCV + FMA	1,92 A	20,18 A
<b>T4</b> 70% Solo + 30% PCV – FMA	1,08 CD	10,80 C
<b>T5</b> 30% Solo + 70% PCS + FMA	0,70 DE	8,13 CD
<b>T6</b> 30% Solo + 70% PCS – FMA	0,41 E	4,90 D
<b>T7</b> 70% Solo + 30% PCS + FMA	1,83 A	19,95 A
<b>T8</b> 70% Solo + 30% PCS – FMA	1,57 AB	16,68 B
<b>T9</b> 100% Solo + FMA	1,37 BC	14,50 B
<b>T10</b> 100% Solo – FMA	0,38 E	4,60 D
<b>Coefficiente de variação (CV)</b>	28,12	20,38

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

É importante destacar ainda, que a inoculação com FMA associada à presença de PCS (30%) somou efeitos benéficos sobre o desenvolvimento das plantas, conforme podemos observar na produção de MFPA do tratamento T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) em relação ao tratamento T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA).

#### 4.1.2 Altura da parte aérea e Diâmetro do caule.

Na Tabela 7 encontram-se os dados referentes à altura (ALT) e diâmetro do caule (DC) das plantas de melão aos 30 dias após germinação.

**Tabela 7.** Altura da parte aérea (ALT) e Diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro cultivadas em um Argissolo Vermelho Amarelo aos 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.

<b>Tratamentos</b>	<b>ALT (cm)</b>	<b>DC (mm)</b>
<b>T1</b> 30% Solo +70% PCV + FMA	24,0 DE *	3,71 CD *
<b>T2</b> 30% Solo + 70% PCV – FMA	26,9 CDE	3,52 CD
<b>T3</b> 70% Solo + 30% PCV + FMA	52,0 AB	5,41 A
<b>T4</b> 70% Solo + 30% PCV – FMA	33,9 CD	4,62 B
<b>T5</b> 30% Solo + 70% PCS + FMA	34,5 CD	3,55 CD
<b>T6</b> 30% Solo + 70% PCS – FMA	24,3 DE	3,25 D
<b>T7</b> 70% Solo + 30% PCS + FMA	60,8 A	5,13 A
<b>T8</b> 70% Solo + 30% PCS – FMA	46,8 B	4,91 AB
<b>T9</b> 100% Solo + FMA	37,8 C	4,98 AB
<b>T10</b> 100% Solo – FMA	17,4 E	3,98 C
<b>Coefficiente de Variação (CV)</b>	19,46	7,51

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

Os tratamentos nos quais as plantas atingiram uma maior altura foram o T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), o T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) e T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA), com 60,75 cm, 52,0 cm e 48,75 cm, respectivamente. Contudo, as plantas do tratamento T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) tiveram um incremento de



29,9% em sua altura em relação às plantas não inoculadas do tratamento T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA). Como estas plantas cresceram sob as mesmas composições de substrato, este aumento deve ter ocorrido devido à presença de FMA.

A adição de pó de coco seco também promoveu um melhor desenvolvimento de mudas de tomateiro cultivadas em casa-de-vegetação durante 25 dias, as quais obtiveram maiores valores de altura da parte aérea do que as plantas que cresceram sem a presença de pó de coco (Silveira et al., 2002).

Monteiro (2007) também encontrou maiores valores para altura de mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) quando as mesmas foram cultivadas em substrato com pó de coco seco ou verde na concentração de 10% e 20% mais solo. Tais resultados concordam com os obtidos experimentalmente com o melão, evidenciando que altos teores de pó de coco seco ou verde podem restringir o crescimento de plantas.

O diâmetro do caule nas plantas de melão variou de 5,41 mm no tratamento T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) a 3,25 mm no tratamento T6 (30% Solo + 70% PCS - FMA), de acordo com a Tabela 7, apresentando comportamento semelhante ao ocorrido para a variável ALT e concordando com resultados obtidos por Santos et al. (2004) que constataram um maior diâmetro do caule de plântulas de *Heliconia psittacorum* L. cultivadas na presença de substrato contendo pó de coco seco e verde.

Resultado semelhante foi obtido por Cavalcante et al. (2002), estudando plantas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*) inoculadas com seis diferentes espécies de FMA.

## **4.2 Elementos minerais na parte aérea.**

### **4.2.1 Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.**

Os conteúdos de Nitrogênio (N) encontram-se na tabela 8. Com base nos resultados obtidos o tratamento T9 (100% Solo + FMA) apresentou maior conteúdo de N na planta (6,53 mg planta<sup>-1</sup>), enquanto o tratamento T6 (30% Solo + 70% PCS - FMA) teve o menor conteúdo (2,43 mg planta<sup>-1</sup>).

Pesquisa realizada com alface (*Lactuca sativa* L.) inoculada com *Glomus mosseae* apresentou resultados semelhantes (Azcón et al., 2003). Resultado discordante foi encontrado quando da inoculação de *Glomus intraradices* em mudas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico, em que as plantas apresentaram maior resistência a esse estresse e maior desenvolvimento da

parte aérea como consequência da melhora do status nutricional, especialmente uma maior absorção de N em comparação com as plantas não inoculadas (Subramanian et al., 2006).

Na Tabela 8 encontram-se os dados referentes aos conteúdos de fósforo (P) na parte aérea. No tratamento T5 (30% Solo + 70% PCS + FMA) observou-se o maior valor absoluto de P na parte aérea, 2,31 mg planta<sup>-1</sup>, embora não sendo estatisticamente diferente dos tratamentos T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA) e T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA). Na presença de 70% PCV os FMA não promoveram incremento na extração de P, fato não observado quando a concentração de PCS foi de 70%, em que a presença do endófito aumentou o conteúdo de P na parte aérea das plantas analisadas. Nos substratos com 30% de PCS não houve efeito estatisticamente significativo da presença do endófito, enquanto nos substratos com 100% de solo a dependência micorrízica das plantas na extração de P foi evidente.

Martins et al (2000), avaliando o desenvolvimento da mudas de mamoeiro cultivar Improved que receberam a inoculação com diferentes espécies de FMA, além da adição de compostos fenólicos (rutina ou quercetina), concluíram que a inoculação com *Glomus clarum* proporcionou aumentos significativos nos conteúdos de P na parte aérea, independente da adição ou não dos compostos rutina ou quercetina.

Incrementos na absorção de P em plantas colonizadas por FMA foram observados em experimento conduzido em casa-de-vegetação com mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) inoculadas com diferentes espécies de FMA, quando se constatou que um maior acúmulo de P ocorreu quando a espécie *Glomus intraradices* foi inoculada no substrato a base de fibra de coco Golden Mix 47 (Tristão et al., 2006). Resultado semelhante foi obtido por Valentine et al. (2001), estudando o efeito da colonização micorrízica arbuscular por *Glomus mosseae* em plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) cultivadas em solo adubado com três diferentes concentrações de soluções nutritivas.

O tratamento T3 (70% Solo + 30 PCV + FMA) apresentou o maior conteúdo de potássio, alcançando valores estatisticamente diferentes dos demais tratamentos ( $P < 0,05$ , pelo Teste de Duncan). Na presença de 70% PCV os FMA não promoveram incremento na extração de K, fato não observado na concentração de 70% de PCS, em que a presença da micorriza aumentou o conteúdo de K na parte aérea das plantas analisadas. Nos substratos com 30% de PCS não houve efeito estatisticamente

significativo da presença da micorriza, enquanto nos substratos com 100% de solo a contribuição micorrízica para a extração de K foi maior.

Tais resultados diferem daqueles obtidos por Weber et al. (2004), quando mudas de cajueiro anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) inoculadas com quatro espécies de FMA, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no conteúdo de K para as plantas não inoculadas. A inoculação com FMA espécie *Glomus intraradices* promoveu incrementos na absorção de potássio em *Annona cherimola* Mill. (Padilla & Encina, 2005).

Os maiores conteúdos de cálcio ocorreram nos tratamentos T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA), T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), os quais diferiram estatisticamente dos demais (Tabela 8). Na presença de 70% de PCV não houve efeito da colonização micorrízica sobre a extração de Ca. Observa-se ainda que, na presença de 30% de PCV, ao contrário do que aconteceu na presença de 30% de PCS, a colonização micorrízica contribuiu para um maior conteúdo de Ca na parte aérea das plantas.

Oliveira et al. (1984), citado por Chu (2008), ao estudar a inoculação com FMA em mudas de pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.) em solo estéril, observaram aumento na absorção de cálcio pelas mudas inoculadas em relação às não inoculadas.

A partir dos dados contidos na Tabela 8 é possível inferir que quando a concentração foi de 70% PCV ou PCS e 30% PCS, não existiu qualquer efeito dos FMA inoculados. Ao contrário, foi observado na concentração de 30% PCV ou 100% Solo um aumento estatisticamente significativo no conteúdo de magnésio das plantas inoculadas.

Padilla & Encina (2005) também encontraram resultado semelhante, quando plantas de *Annona cherimola* L. inoculadas com *Glomus intraradices* tiveram um aumento significativo no teor de magnésio na parte aérea em relação às plantas não inoculadas.

**Tabela 8.** Conteúdos de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea do melão 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.

<b>Tratamentos</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
	<b>mg planta<sup>-1</sup></b>				
<b>T1</b> 30% Solo + 70% PCV + FMA	2,86 C *	1,27 CD*	2,79 DE*	3,70 DE *	2,47 CD*
<b>T2</b> 30% Solo + 70% PCV – FMA	2,60 C	1,17 CD	2,82 DE	3,76 DE	2,50 CD
<b>T3</b> 70% Solo + 30% PCV + FMA	5,19 B	1,96 AB	6,85 A	8,02 A	4,77 A
<b>T4</b> 70% Solo + 30% PCV – FMA	4,64 B	1,12 D	3,98 C	5,73 BC	3,56 B
<b>T5</b> 30% Solo + 70% PCS + FMA	2,91 C	2,31 A	4,06 C	4,74 CD	3,14 BC
<b>T6</b> 30% Solo + 70% PCS – FMA	2,43 C	1,45 CD	2,24 E	3,27 E	2,29 CD
<b>T7</b> 70% Solo + 30% PCS + FMA	4,77 B	2,28 A	7,79 B	7,98 A	4,79 A
<b>T8</b> 70% Solo + 30% PCS – FMA	4,83 B	1,98 AB	5,42 B	8,14 A	4,71 A
<b>T9</b> 100% Solo + FMA	6,53 A	1,57 BC	3,81 CD	6,34 B	3,61 B
<b>T10</b> 100% Solo – FMA	3,18 C	0,56 E	1,19 F	3,11 E	1,70 D
<b>Coefficiente de variação (CV)</b>	17,78	17,53	17,87	15,39	16,41

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

#### 4.2.2 Ferro, Cobre, Zinco e Manganês.

Na presença de 70% de PCV ou PCS e 30% de PCS não houve efeito do endófito inoculado no conteúdo de ferro na parte aérea do meloeiro. Somente ocorreram acréscimos na absorção de ferro pelos FMA inoculados no substrato com 30% de PCV e com 100% Solo (Tabela 9).

Resultado discordante foi encontrado por Azcón et al. (2003) com trabalho conduzido em casa-de-vegetação durante 60 dias no qual não ocorreu diferença significativa no teor de ferro entre plantas de alface inoculadas e não inoculadas cultivadas em mistura de solo e areia.

O tratamento T3 (70% Solo + 30%PCV + FMA) apresentou o maior conteúdo de zinco em melão, com  $0,364 \text{ mg planta}^{-1}$ , seguido pelos tratamentos T8 (70% Solo + 30%PCS – FMA), T4 (70% Solo + 30% PCV – FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), não ocorrendo diferença estatística significativa entre eles. No entanto, foi observado incremento na absorção de Zn pelos FMA inoculados em duas composições de substrato: 70% de PCS e 100% Solo

Mudas de cajueiro anão precoce CCP 76 inoculadas com FMA não diferiram estatisticamente das plantas não inoculadas em relação ao conteúdo de Zn na parte aérea (Weber et al., 2004). Estes dados concordam com os resultados apresentados neste trabalho, quando a inoculação de FMA não foi eficiente em aumentar a absorção de Zn pelas plantas de melão.

O maior acúmulo de cobre ocorreu no tratamento T9 (100% Solo + FMA), com  $0,157 \text{ mg planta}^{-1}$ , não diferindo estatisticamente dos tratamentos T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA). Aumentos significativos na absorção de cobre pelos FMA inoculados foram percebidos somente nos substratos com 30% de PCV e com 100% Solo. Nas outras composições não ocorreu incremento pelo endófito inoculado na absorção de cobre (Tabela 9).

Segundo Moreira & Siqueira (2006), as micorrizas arbusculares favorecem a absorção de micronutrientes que apresentam baixa mobilidade no solo, como é o caso do cobre. Este fato foi comprovado no presente trabalho, pois o tratamento T9 (100% Solo + FMA) estava inoculado com uma mistura de *Glomus clarum* e *Glomus intraradices*.

**Tabela 9.** Conteúdos de Ferro, Cobre, Zinco e Manganês na parte aérea das plantas de melão 30 dias após a germinação – Experimento 1. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Fe	Cu	Zn	Mn
mg planta <sup>-1</sup>				
<b>T1</b> 30% Solo + 70% PCV + FMA	0,381 E *	0,069 D	0,170 C	0,550 D
<b>T2</b> 30% Solo + 70% PCV – FMA	0,395 DE	0,069 D	0,175 C	0,564 CD
<b>T3</b> 70% Solo + 30% PCV + FMA	0,896 A	0,145 AB	0,364 A	1,227 A
<b>T4</b> 70% Solo + 30% PCV – FMA	0,550 CD	0,113 C	0,343 A	0,988 B
<b>T5</b> 30% Solo + 70% PCS + FMA	0,430 DE	0,079 D	0,202 BC	0,707 CD
<b>T6</b> 30% Solo + 70% PCS – FMA	0,318 E	0,064 D	0,129 E	0,471 D
<b>T7</b> 70% Solo + 30% PCS + FMA	0,845 A	0,141 AB	0,340 A	1,381 A
<b>T8</b> 70% Solo + 30% PCS – FMA	0,783 AB	0,124 BC	0,347 A	1,392 A
<b>T9</b> 100% Solo + FMA	0,671 BC	0,157 A	0,252 B	0,910 BC
<b>T10</b> 100% Solo – FMA	0,332 E	0,062 D	0,138 C	0,473 D
<b>Coefficiente de variação (CV)</b>	19,15	15,80	18,94	17,46

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a

P < 0,05 pelo Teste de Duncan.

Os dados sobre os conteúdos de manganês mostram que os maiores valores ocorreram nos tratamentos T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA), T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) e T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), os quais diferiram estatisticamente dos demais. Entretanto, o efeito da inoculação com FMA somente foi significativo nas composições de substrato com 30% de PCV e 100% Solo (Tabela 9).

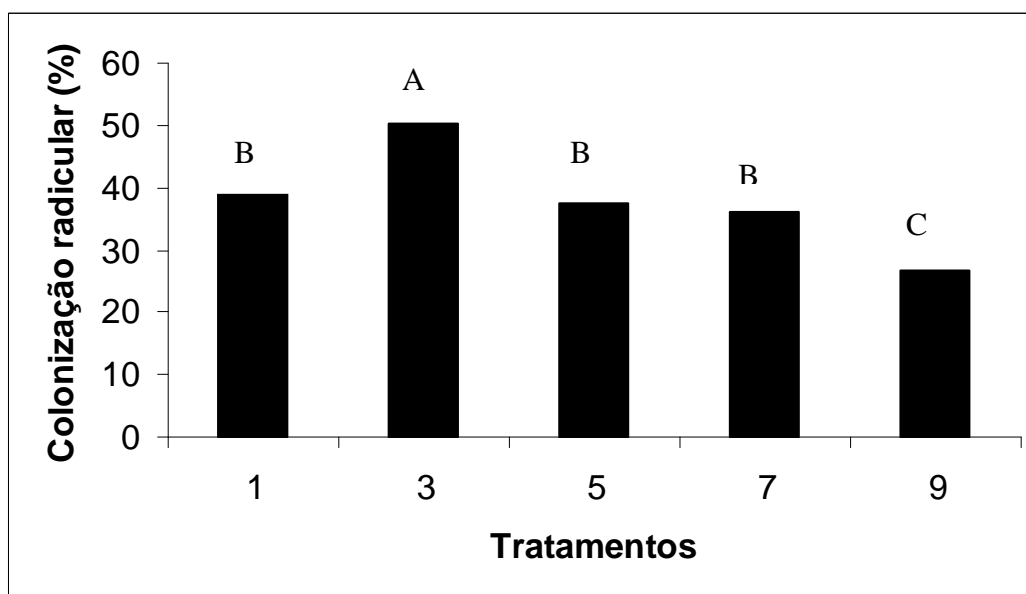
### 4.3 Análises Microbiológicas.

#### 4.3.1 Colonização micorrízica arbuscular

Nas avaliações da colonização micorrízica foi verificada diferença estatística significativa nos índices de colonização entre os tratamentos que continham pó de coco seco ou verde e o tratamento que continha somente solo (Figura 1). A maior média de colonização ocorreu no tratamento T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), com 50,2%, enquanto o tratamento T9 (100% Solo + FMA) apresentou a menor média com 26%, diferença estatisticamente significativa. Deve-se esclarecer que nos tratamentos não

inoculados com FMA o percentual de colonização foi zero, evidência de que não ocorreu contaminação nos substratos estéreis.

Observando-se os dados percentuais da colonização, percebe-se que os valores mais altos contribuíram para aumentos significativos no peso da matéria seca e fresca da parte aérea e na altura das plantas do tratamento T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA), onde ocorreu a maior percentagem de colonização. O tratamento T9 (100% Solo + FMA), ao contrário, apresentou menor percentual de colonização.



**Figura 1.** Colonização radicular em plantas de melão 30 dias após a germinação. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ , pelo teste de Duncan).

A inoculação de *Glomus clarum* em mamão (*Carica papaya* L.), variedade Baixinho de Santa Amália promoveu maior colonização micorrízica e uma maior produção de matéria seca da parte aérea nestas plantas em relação àquelas que foram inoculadas com *Gigaspora margarita* (Trindade et al., 2001). Resultados semelhantes também foram obtidos em mudas de café inoculadas com FMA cultivadas em substrato composto por 70% de Solo mais 30% de esterco, as quais apresentaram maior porcentagem de colonização micorrízica resultando em maior altura e produção de matéria seca das plantas em relação às plantas não inoculadas (Tristão et al., 2006).

Entretanto, deve-se ressaltar que dados de colonização não são bem correlacionados com os efeitos do fungo sobre o crescimento das plantas (Mendes

Filho, 2004). Pode-se comprovar esse fato ao se comparar os percentuais de colonização radicular com o conteúdo de P na parte aérea das plantas dos tratamentos T1 (30% Solo + 70% PCV + FMA), T5 (30% Solo + 70% PCS + FMA) e T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), onde, embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa quanto à colonização radicular, apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação aos conteúdos de P na parte aérea das plantas.

#### 4.3.2 Dependência Micorrízica

Os dados da Dependência Micorrízica (DM) encontram-se na Figura 2. Os resultados são apresentados por composição de substrato conforme esquema abaixo:

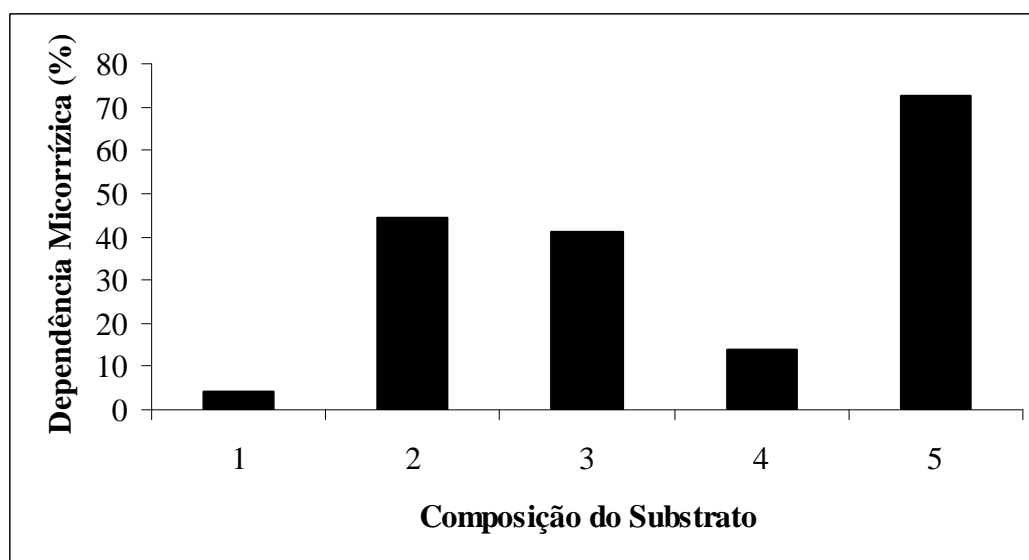
**Composição 1:** T1 (30% Solo + 70% PCV + FMA) – T2 (30% Solo + 70% PCV – FMA)

**Composição 2:** T3 (70% Solo + 30% PCV + FMA) – T4 (70% Solo + 30% PCV – FMA)

**Composição 3:** T5 (30% Solo + 70% PCS + FMA) – T6 (30% Solo + 70% PCS – FMA)

**Composição 4:** T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA) – T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA)

**Composição 5:** T9 (100% Solo + FMA) – T10 (100% Solo – FMA).



**Figura 2.** Dependência Micorrízica em plantas de melão por composição de substrato utilizado no Experimento 1.



A maior dependência micorrízica ocorreu na composição 5 com 72,53%, no qual não foi adicionado pó de coco seco ou verde. Este alto valor evidencia a grande dependência que as plantas de melão têm por FMA em condições mais críticas, visto que no solo sem inoculação a planta teve crescimento muito reduzido, mesmo tendo sido aplicada solução nutritiva isenta de P. As composições 2 e 3 tiveram níveis de dependência respectivamente, 44,27% e 41,28%.

Os menores valores para DM ocorreram nas composições 1 e 4. Possivelmente esse valor na composição de substrato 1 está relacionado com a concentração de 70% de pó de coco verde utilizada na composição. Essa alta concentração pode ter restringido o desenvolvimento das plantas e dos fungos micorrízicos arbusculares. Na composição de substrato 4 a baixa concentração de pó de coco seco foi ideal para o desenvolvimento das plantas, pois, mesmo não ocorrendo a inoculação com FMA, o tratamento T8 (70% Solo + 30% PCS – FMA) teve matéria seca próxima ao valor do tratamento T7 (70% Solo + 30% PCS + FMA), que estava inoculado, o que justificou a baixa DM apresentada.

Deve ser ressaltado que na composição de substrato 3, mesmo com uma alta concentração de pó de coco seco o crescimento da planta foi prejudicado no tratamento T6 (30% Solo + 70% PCS – FMA), que não foi inoculado. Dessa maneira, podemos concluir que, apesar da matéria seca do tratamento T5 (30% Solo + 70% PCS + FMA) não tenha sido a maior entre todos os tratamentos, a inoculação micorrízica foi à responsável pelo aumento do crescimento da planta em relação ao tratamento T6 (30% Solo + 70% PCS – FMA), tendo a DM atingido 41,43%.

#### **4.4 Experimento 2.**

As composições de substratos escolhidas no Experimento 1 após as análises realizadas foram: **70% Solo + 30% PCS + FMA** e **70% Solo + 30% PCV + FMA**. As sementes foram germinadas nesses substratos e depois da formação da primeira folha definitiva ocorreu o transplântio para vasos contendo solo estéril ou não e adubado ou não com composto orgânico.

#### **4.4 Análises de crescimento do Experimento 2.**

##### **4.4.1 Peso da matéria fresca e seca da parte aérea.**

Os valores de peso da matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea encontram-se na Tabela 10. Pode ser observado que MSPA variou de 1,97g, no tratamento T8 (Solo Não Estéril – VC + PCV), a 9,22g no tratamento no T5 (Solo Estéril + VC + PCV). Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos T5 (Solo Estéril + VC + PCV), T1 (Solo Estéril + VC + PCS) e T6 (Solo Não Estéril + VC + PCV) para MSPA. A adubação orgânica favoreceu o aumento da MSPA, uma vez que os quatro tratamentos que receberam adubação tiveram valores estatisticamente significativos em relação aos tratamentos não adubados.

Observa-se também que a quantidade de composto orgânico utilizado na adubação foi suficiente para suprir as necessidades da planta e que a inoculação com FMA nos tratamentos não mostrou qualquer efeito em aumentar a MSPA, seja em solo estéril ou não.

O tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) também apresentou o maior valor para MFPA, com 98,05g (Tabela 10). Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos adubados em solo estéril para os tratamentos adubados sem esterilização, sendo que os menores valores ocorreram nos adubados sem esterilização. O menor valor para MFPA foi encontrado no tratamento T8 (Solo Não Estéril – VC + PCV), com 24,60g.

**Tabela 10.** Peso da matéria seca parte aérea (MSPA) e matéria fresca da parte aérea (MFPA) de plantas de meloeiro cultivadas em um Argissolo Vermelho Amarelo aos 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.

Tratamentos	MSPA	MFPA
	-----g planta <sup>-1</sup> -----	
<b>T1</b> Solo Estéril + VC + PCS	8,83 AB *	94,15 D *
<b>T2</b> Solo Não Estéril + VC + PCS	8,00 B	78,95 B
<b>T3</b> Solo Estéril – VC + PCS	4,05 C	51,40 C
<b>T4</b> Solo Não Estéril – VC + PCS	2,28 D	28,95 DE
<b>T5</b> Solo Estéril + VC + PCV	9,23 A	98,05 A
<b>T6</b> Solo Não Estéril + VC + PCV	8,55 AB	80,75 B
<b>T7</b> Solo Estéril – VC + PCV	2,35 D	33,87 D
<b>T8</b> Solo Não Estéril – VC + PCV	1,97 D	24,60 E
<b>Coefficiente de Variação (CV)</b>	11,35	9,64

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

Podemos observar que mesmo com o aumento do potencial de inóculo pela inoculação do solo não estéril, os valores de MSPA e MFPA foram sempre menores do que no solo estéril. Esses resultados sugerem que uma colonização já estabelecida por FMA tem vantagem sobre uma colonização posterior ou que ocorra de forma lenta numa mesma planta. Isto é atribuída a liberação de compostos da exsudação radicular de plantas já micorrizadas que inibiriam uma colonização posterior (Vierheilig et al., 2000; Vierheilig et al., 2003).

Em experimento realizado com capim andropogon (*Andropogon gayanus*) inoculado com FMA, em solo não estéril, a colonização radicular aumentou a produção da matéria seca das plantas em relação às não inoculadas (Carneiro et al., 2007). Tais resultados diferem daqueles encontrados no presente estudo possivelmente devido à presença de matéria orgânica na quantidade suficiente para o suprimento nutricional das plantas, inibindo, assim, um efeito micorrízico mais efetivo. Declerck et al. (2002) observaram que a inoculação da espécie de FMA *Glomus intraradices* em mudas de bananeira cultivadas em solo estéril apresentou maior produção de matéria seca da parte

aérea do que as que se desenvolveram em solo não estéril, ratificando os resultados experimentais obtidos com a cultura do melão.

#### **4.4.2 Altura da parte aérea e diâmetro do caule.**

Na Tabela 11 são apresentados os dados de altura e diâmetro do caule. Com base nestes dados pode-se constatar que a altura variou de 153,65cm, no tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV), a 64,65cm, no tratamento T8 (Solo Não Estéril – VC + PCV), e também que não ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos que receberam adubação orgânica na presença ou ausência da esterilização. Houve diferença estatística significativa entre os tratamentos adubados e os não adubados com composto orgânico, quando o incremento na altura foi de 51,2% do tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) para o tratamento T3 (Solo Estéril – VC + PCS), que foi o tratamento não adubado com maior altura. Nos tratamentos não adubados, a maior altura da planta ocorreu no solo estéril do que não estéril.

Os valores do diâmetro do caule variaram de 6,84 mm a 5,33 mm e não ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos, ou seja, a adição do vermicomposto nos tratamentos adubados não aumentou o diâmetro do caule, seja em solo estéril ou não estéril. Anjos et al. (2005) também não observaram diferença estatística significativa em altura de plantas e diâmetro do caule de mudas de maracujá-doce inoculadas com FMA e cultivadas em duas condições de solo (estéril ou não estéril) durante 65 dias.

Deve ser destacado o efeito benéfico da adubação orgânica no crescimento das plantas em solo não estéril, uma vez que não existiu diferença estatística significativa na altura, no diâmetro de caule e na matéria seca da parte aérea das plantas que cresceram em solo estéril ou não estéril. Na ausência de adubação orgânica deve ter ocorrido uma maior competição entre as espécies de FMA inoculadas e as espécies nativas do solo não estéril. Isto gerou valores sempre menores de MSPA, MFPA e altura das plantas de melão que cresceram em solo não estéril.

Em relação à escolha dos substratos, ambos mostraram que não prejudicaram a germinação das sementes e que, no momento dos transplântio para os vasos, as mudas tinham praticamente a mesma altura e com uma folha definitiva, ou seja, os fatores que realmente influenciaram o maior ou menor desenvolvimento das plantas foram a

interação entre a adubação orgânica (presença ou ausência) e condição do solo (estéril ou não) na presença da inoculação micorrízica arbuscular.

A composição dos substratos escolhida no Experimento 1 se mostrou, dessa forma, adequada para a produção de mudas sadias de melão amarelo.

É importante salientar que na maioria dos experimentos realizados com frutíferas envolvendo a condição de solo estéril e não estéril, utiliza-se como método de esterilização a fumigação com compostos voláteis como o brometo de metila (Costa et al., 2005) e não a autoclavagem, método totalmente eficiente e não comprometedor das principais características físicas, químicas e biológicas do solo.

**Tabela 11.** Altura da parte aérea (ALT) e Diâmetro do caule (DC) de plantas de meloeiro 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.

<b>Tratamentos</b>	<b>ALT</b>	<b>DC</b>
	<b>(cm)</b>	<b>(mm)</b>
<b>T1</b> Solo Estéril + VC + PCS	144,275 A *	6,56 AB *
<b>T2</b> Solo Não Estéril + VC + PCS	148,13 A	6,35 ABC
<b>T3</b> Solo Estéril – VC + PCS	101,68 B	5,78 CD
<b>T4</b> Solo Não Estéril – VC + PCS	74,50 CD	6,03 BCD
<b>T5</b> Solo Estéril + VC + PCV	153,65 A	6,23 ABC
<b>T6</b> Solo Não Estéril + VC + PCV	144,15 A	6,84 A
<b>T7</b> Solo Estéril – VC + PCV	83,65 C	5,33 D
<b>T8</b> Solo Não Estéril – VC + PCV	64,65 D	5,72 CD
<b>Coefficiente de Variação (CV)</b>	10,06	6,69

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

#### **4.5 Elementos minerais na parte aérea.**

##### **4.5.1 Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.**

No presente estudo o tratamento T1 (Solo Estéril + VC + PCS) apresentou o maior conteúdo de nitrogênio (N) na parte aérea das plantas quando comparadas as dos demais tratamentos. De um modo geral a adubação orgânica favoreceu uma maior absorção de N pelas plantas adubadas, especialmente em condições de solo estéril. O

menor conteúdo de N ocorreu no tratamento T4 (Solo Não Estéril – VC + PCS), que não fora adubado (Tabela 12). Esse fato se deve aos maiores valores absolutos de produção de matéria seca da parte aérea das plantas em condição de solo estéril, condição em que os FMA, sem competição com a microbiota nativa, favoreceram a absorção radicular.

O maior acúmulo de fósforo (P) foi observado no tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV), com 5,41 mg planta<sup>-1</sup>, seguido pelo tratamento T2 (Solo Não Estéril + VC + PCS), com 5,14 mg planta<sup>-1</sup>, não ocorrendo diferença estatística significativa entre eles (Tabela 12). A adubação orgânica favoreceu o maior acúmulo de P, visto que as plantas adubadas apresentaram maiores conteúdos de P na parte aérea do que as plantas não adubadas, sendo o incremento na absorção de P na ordem de 113,8% para o tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) em relação ao tratamento T3 (Solo Estéril – VC + PCS), tratamento não adubado com maior conteúdo de P (2,53 mg planta<sup>-1</sup>). Este fato demonstra o efeito benéfico da adição de matéria orgânica no aumento da absorção de fósforo por plantas de melão.

É importante observar que, na ausência de competição com a microbiota nativa, os FMA favoreceram a absorção de P pelas plantas, efeito estatisticamente significativo para todos os tratamentos.

Adubação orgânica em plantas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) inoculadas com FMA mostrou-se mais eficientes na absorção de P do que as plantas inoculadas e não adubadas (Tavares, 2007).

Caravaca et al. (2002) encontraram resultado semelhante, quando a inoculação de FMA em plantas de *Pistacia lentiscus* adubadas com composto orgânico onde foi possível observar um maior conteúdo de fósforo em relação às que foram inoculadas, mas que não receberam o composto orgânico.

Adição de matéria orgânica no substrato cultivado com mudas de maracujá-amarelo inoculadas com *Glomus* sp. e *Glomus clarum* aumentaram significativamente a absorção de P em comparação com as mudas não inoculadas ou inoculadas com outras espécies (Silveira et al., 2003).

O maior conteúdo de potássio (K) na parte aérea do melão ocorreu no tratamento T6 (Solo Não Estéril + VC + PCV), com 16,50 mg planta<sup>-1</sup>, não diferindo estatisticamente do tratamento T5 (Solo Estéril + CO + PCV), com 14,04 mg planta<sup>-1</sup>. O tratamento T4 (Solo Não Estéril – VC + PCS) obteve o menor valor de K, com 9,19 mg

planta<sup>-1</sup> (Tabela 12). É possível observar que as plantas dos tratamentos adubados com composto orgânico apresentaram os maiores valores de K do que as plantas não adubadas e que entre esses tratamentos adubados não ocorreu diferença na absorção de K do solo estéril para não estéril. Esses resultados concordam com os obtidos por Trindade et al. (2000 b) em estudo com plantas de mamão.

O maior conteúdo de cálcio (Ca) foi obtido para o tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV), sendo observada diferença estatística significativa quando comparada com os demais tratamentos (Tabela 12). A adubação orgânica contribuiu para o aumento da absorção de Ca pelas plantas nos tratamentos adubados. Esse incremento no aumento do conteúdo de Ca chegou a 126,9% do tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) em relação ao tratamento T3 (Solo Estéril – VC + PCS), que foi o tratamento não adubado que apresentou os maiores conteúdos de cálcio.

Os conteúdos de magnésio estão presentes na Tabela 12. Os resultados evidenciam que o tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) apresentou o maior acúmulo de Mg (11,51 mg planta<sup>-1</sup>) não diferindo estatisticamente dos tratamentos T1 (Solo Estéril + VC + PCS) e T6 (Solo Não Estéril + VC + PCV). O menor acúmulo foi encontrado no tratamento T7 (Solo Estéril – VC + PCV), com 4,25 mg planta<sup>-1</sup>, sem diferença estatística significativa para os tratamentos T8 (Solo Não Estéril – VC + PCV) e T4 (Solo Não Estéril – VC + PCS).

Chu et al. (2004) também não encontraram diferença estatística nos conteúdos de magnésio em mudas de *Vocysia maxima* inoculadas ou não com *Acaulospora appendicula*, *Gigaspora margarita* e *Glomus mosseae* no solo fumigado e não fumigado com brometo de metila e adubado com fósforo.

**Tabela 12.** Conteúdos de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea do melão 30 dias após o transplântio – Experimento 2. Média de quatro repetições.

<b>Tratamentos</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
	<b>mg planta<sup>-1</sup></b>				
<b>T1</b> Solo Estéril + VC + PCS	14,62 A *	4,60 C*	14,39 B*	16,05 B *	10,62 AB*
<b>T2</b> Solo Não Estéril + VC + PCS	12,23 C	5,14 AB	14,24 B	15,96 B	9,78 B
<b>T3</b> Solo Estéril – VC + PCS	13,01 BC	2,53 D	12,01 C	8,73 C	5,63 C
<b>T4</b> Solo Não Estéril – VC + PCS	9,01 D	1,58 EF	9,19 D	7,26 C	4,34 D
<b>T5</b> Solo Estéril + VC + PCV	14,04 AB	5,41 A	15,91 AB	19,81 A	11,51 A
<b>T6</b> Solo Não Estéril + VC + PCV	11,85 C	4,90 BC	16,50 A	17,40 B	10,45 AB
<b>T7</b> Solo Estéril – VC + PCV	10,25 D	1,95 E	9,77 D	7,05 C	4,25 D
<b>T8</b> Solo Não Estéril – VC + PCV	10,05 D	1,51 F	9,42 D	8,55 C	4,68 CD
<b>Coefficiente de variação (CV)</b>	8,70	7,45	9,89	12,35	9,51

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.



#### 4.5.2 Ferro, Cobre, Zinco e Manganês.

Os conteúdos de ferro (Fe) da parte aérea das plantas estão presentes na Tabela 13. Os resultados revelam que os tratamentos T5 (Solo Estéril + VC + PCV), T1 (Solo Estéril + VC + PCS), T2 (Solo Não Estéril + VC + PCS) e T6 (Solo Não Estéril + VC + PCV) mostraram maiores acúmulos desse nutriente, não diferindo estatisticamente entre si. Constatou-se nenhuma diferença significativa na acumulação de Fe entre os tratamentos adubados em solo estéril ou não estéril. Resultado semelhante foi obtido em plantas de graviola (*Annona muricata* L.) submetida à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares, em solo fumigado e não fumigado, onde não apresentaram diferença estatística significativa para conteúdo de ferro na parte aérea das plantas analisadas (Chu et al., 2001).

Quanto aos conteúdos de cobre (Cu) os tratamentos T6 (Solo Não Estéril + VC + PCV), T5 (Solo Estéril + VC + PCV), T2 (Solo Não Estéril + VC + PCS), T1 (Solo Estéril + VC + PCS) e T3 (Solo Estéril - VC + PCS) apresentaram os maiores acúmulos, entretanto esses tratamentos quando comparados entre si não diferiram estatisticamente (Tabela 13). Esses resultados concordam com os obtidos por Trindade et al. (2000 b) que inoculando mudas de mamão, em solo não estéril, com FMA indígenas ou *Glomus clarum*, *Acaulospora scrobiculata* e *Gisgaporina margarita* não apresentaram diferença estatística em relação ao conteúdo de cobre na parte aérea das plantas estudadas.

No caso do zinco (Zn), o maior conteúdo desse nutriente foi observado para o tratamento T1 (Solo Estéril + VC + PCS) com 0,776 mg planta<sup>-1</sup> (Tabela 13). No entanto o conteúdo de Zn desse tratamento não diferiu estatisticamente dos tratamentos T5 (Solo Estéril + VC + PCV) e T2 (Solo Não Estéril + VC + PCS). É importante ressaltar que não ocorreu diferença estatística significativa na absorção de zinco pela inoculação de FMA em solo estéril ou não, adubados ou não com composto orgânico.

Taylor & Harrier, (2001) avaliaram o crescimento, desenvolvimento e status nutricional em plantas de morangueiro (*Fragaria x ananassa*) cultivar Elvira, inoculadas com nove espécies de fungos micorrízicos arbusculares e constataram que apenas a espécie *Glomus clarum* aumentou significativamente o teor de zinco na parte aérea dessas plantas em comparação com as plantas inoculadas com oito outras espécies de FMA ou não inoculadas.

Na avaliação do conteúdo de manganês (Mn) o tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) apresentou o maior acúmulo desse nutriente na parte aérea do meloeiro, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 13). O solo estéril favoreceu a absorção de manganês em todas as composições do substrato, quando da utilização do composto orgânico. Tais resultados são, em parte, diferentes daqueles obtidos por Duenhas (2004), em que, estudando a adição de esterco ou biofertilizantes em plantas de melão, verificou um aumento estatisticamente significativo quanto ao conteúdo de manganês da parte aérea em relação às plantas que não receberam adubo orgânico.

**Tabela 13.** Conteúdos de Ferro, Cobre, Zinco e Manganês na parte aérea das plantas de melão 30 dias após o transplantio – Experimento 2. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Fe	Cu	Zn	Mn
T1 Solo Estéril + VC + PCS	1,931 AB *	0,231 B	0,776 A	1,921 B
T2 Solo Não Estéril + VC + PCS	1,660 BC	0,236 AB	0,606 ABC	1,099 D
T3 Solo Estéril – VC + PCS	1,196 D	0,209 B	0,554 BC	1,555 C
T4 Solo Não Estéril – VC + PCS	0,704 E	0,148 C	0,426 C	0,636 E
T5 Solo Estéril + VC + PCV	2,091 A	0,280 A	0,699 AB	2,263 A
T6 Solo Não Estéril + VC + PCV	1,607 C	0,282 A	0,585 BC	1,114 D
T7 Solo Estéril – VC + PCV	0,846 E	0,154 C	0,479 C	1,026 D
T8 Solo Não Estéril – VC + PCV	0,656 E	0,149 C	0,432 C	0,699 E
<b>Coefficiente de variação (CV)</b>	15,21	14,94	19,61	13,38

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a P < 0,05 pelo Teste de Duncan.

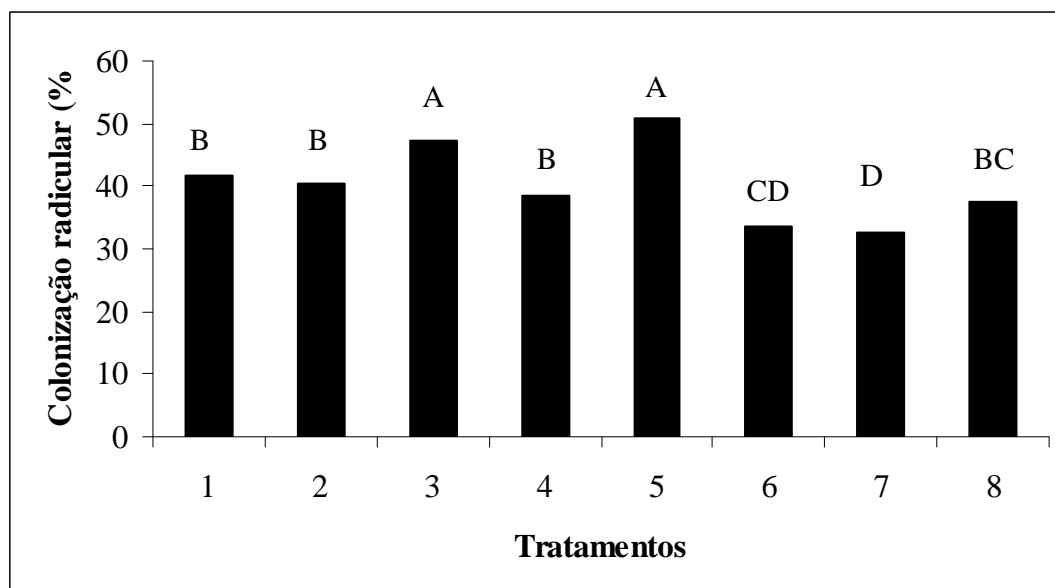
## 4.6 Análises microbiológicas do Experimento 2.

### 4.6.1 Colonização Micorrízica Arbuscular

Os resultados da colonização radicular estão apresentados na Figura 3. Os maiores valores para colonização ocorreram nos tratamentos T5 (Solo Estéril + VC + PCV), com 50,79%, e no T3 (Solo Estéril – VC + PCS), com 47,37%, não existindo diferença estatística significativa entre ambos. No entanto, ocorreu diferença estatística significativa destes tratamentos para os demais, sendo que o tratamento T7 (Solo Estéril

– VC + PCV) apresentou a menor porcentagem de colonização radicular (32,70%). Os resultados evidenciam que em relação à condição do solo ser estéril ou não o percentual de colonização foi maior no solo estéril e adubado, sendo que entre o tratamento T5 (Solo Estéril + VC + PCV) e o tratamento T2 (Solo Não Estéril + VC + PCS), que também foi adubado, mas continha solo não estéril, a colonização radicular aumentou 20%.

A maior colonização no solo estéril ocorreu provavelmente devido a falta de microrganismos adaptados ao solo natural e que competiriam com os FMA introduzidos pela inoculação, colonizando as raízes e estabelecendo a simbiose com a planta.



**Figura 3.** Colonização micorrízica arbuscular em plantas de melão 30 dias após o transplantio. Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferença estatística significativa a  $P < 0,05$  pelo Teste de Duncan.

No solo não estéril, a exsudação radicular de plantas micorrizadas liberam compostos que inibem uma colonização posterior, no caso por FMA nativos existentes no solo natural. O mesmo mecanismo ocorre quando plantas micorrizadas se tornam mais resistentes a fungos patogênicos existentes no solo. Normam & Hooker (2000) constataram que a esporulação do fungo patogênico *Phytophthora fragariae* é mais estimulada por exsudados de plantas de morango não micorrizadas do que daquelas micorrizadas.

Tavares (2007) também não encontrou diferença estatística para a colonização radicular de mudas de sabiá que foram adubadas ou não com composto orgânico e inoculadas com FMA, apesar das mudas não adubadas apresentarem, em média, valores absolutos de colonização arbuscular superiores às plantas adubadas.

Colonização micorrízica em plantas de *Pistacia lentiscus* L. inoculadas com *Glomus intraradices* foi aumentada pela adição de composto orgânico em relação às plantas que foram inoculadas, mas não adubadas com composto (Caracava et al., 2002).

Matos et al. (2002) observaram redução da colonização micorrízica arbuscular em mudas de bananeira micropropagadas a partir da adição de matéria orgânica independente da quantidade adicionada após 93 dias da inoculação com *Glomus clarum*.

A composição de substrato com 10% de esterco inoculado com FMA promoveu a formação de mudas de mamão (*Carica papaya* L.) sadias além de ter aumentado a colonização micorrízica arbuscular após 50 dias da condução da pesquisa (Trindade et al., 2000 a).

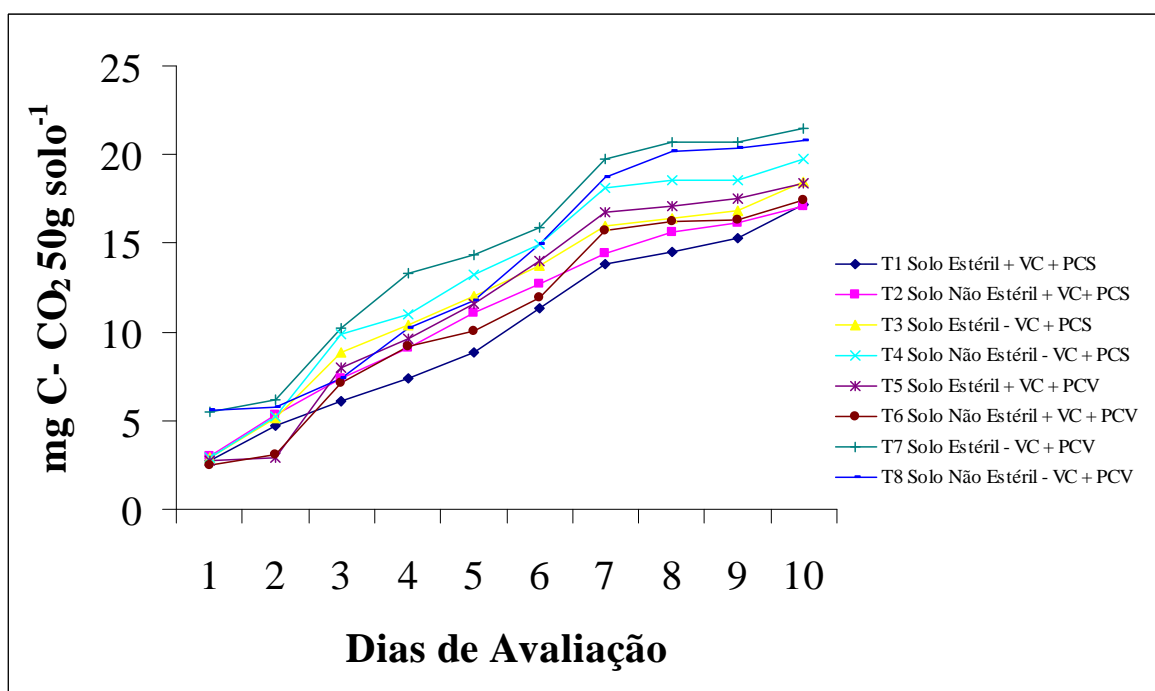
#### **4.6.2 Respiração Basal do Solo**

A respiração do solo reflete diretamente a atividade de microrganismos heterótrofos e estes são importantes nos processos de ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica.

Os resultados da respiração basal do solo após o cultivo de melão em solo estéril ou não estéril e adubado ou não com composto orgânico apresentaram a mesma tendência para todos os tratamentos, não sendo observada diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo Teste de Duncan na atividade microbiana do solo utilizado no experimento.

Maia (2006) também não observou diferença estatística na respiração basal do solo não estéril adubado ou não com composto orgânico Bokashi após 35 dias de cultivo com melão amarelo.

Resultado diferente foi observado na avaliação da respiração basal em amostras de solo submetida a dois tipos de manejos, convencional ou orgânica, após o ciclo melão-melancia (*Cucumis melo* L.- *Citrullus vulgaris* l.), onde foi observado que a maior taxa de respiração ocorreu no solo sob manejo orgânico, indicando uma maior atividade microbiana (Melero et al., 2006).



**Figura 4.** Respiração basal acumulada após 10 dias de incubação, em solo cultivado.

## 5. CONCLUSÕES

- As composições de substratos formados por 30% de pó de coco seco ou 30% de pó de coco verde, inoculado com fungos micorrízicos arbusculares, foram as que mais favoreceram o desenvolvimento das plantas de melão;

- Os substratos constituídos com 70% de pó de coco verde restringiram o crescimento e o desenvolvimento das plantas de melão;

- A adubação com composto orgânico em solo estéril ou não estéril favoreceu o maior crescimento do meloeiro inoculado com FMA;

- A adubação orgânica favoreceu a absorção de fósforo pelas plantas, principalmente em condições de solo não estéril, indicando que as espécies de FMA pré-inoculadas possuíam capacidade adaptativa e competitiva em relação aos FMA nativos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ABAD, M.; NOGUERA, P. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In: CADAHIA, C. (Ed) Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998. p.287-342.
- ALEF, K. Soil Respiration. In: ALEF, K.; NANNPIERI, P. (Ed.) Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: Academic Press, 1995. p.234-245.
- ALLEN, A. S.; SCHLESINGER, W. H. Nutrient limitations to microbial biomass and activity in loblolly pine forests. *Soil Biology Biochemistry*, v.36, n.4, p.581-589, 2004.
- ANDRIOLO, J. L.; LANZANOVA, M. R.; WITTER, M. Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.3, p. 478-481, 2003.
- ANJOS, E. C. T.; CAVALCANTE, U. M. T.; DOS SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Produção de mudas de maracujazeiro-doce micorrizadas em solo desinfestado e adubado com fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.4, p.345-351, 2005.
- ASSIS, A. M. de; FARIA, R. T. de; COLOMBO, L. A.; CARVALHO, J. F. R. P. Utilização de substratos a base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl (Orchidaceae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.27, n.2, p. 255-260, 2005.

- AZCÓN, R.; AMBROSANO, E.; CHAREST, C. Nutrient acquisition in mycorrhizal lettuce plants under different phosphorus and nitrogen concentration. *Plant Science*, v.165, n.5, p.1137-1145, 2003.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. I. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.519-522, 2003.
- BRANDÃO FILHO, J. U. T.; VASCONCELLOS, M. A. S. A cultura do meloeiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Ed.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p.161-193.
- CARAVACA, F.; BAREA, J. M.; ROLDÁN, A. Synergistic influence of an arbuscular mycorrhizal fungus and organic amendment on *Pistacia lentiscus* L. seedlings afforested in a degraded semiarid soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v.34, n.8, p.1139-1145, 2002.
- CARNEIRO, R. F. V.; MARTINS, M. A.; FREITAS, M. S. M.; DETMANN, E.; VASQUES, H. M. Inoculação micorrízica arbuscular e doses de fósforo na produção de capim-andropogon, em substrato não estéril. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.2, n.3, p.212-218, 2007.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.4, p. 533-535, 2002.
- CAVALCANTE, U. M. T.; MAIA, L. C.; MELO, A. M. M.; SANTOS, V. F. Influência da densidade de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.5, p.643-649, 2002.
- CAVENDER, N. D.; ATIYEH, R. M.; KNEE, M. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *Sorghum bicolor* at the expense of plant growth. *Pedobiologia*, v.47, p.85-89, 2003.



- CLEMENT, C. R.; HABTE, M. Genotypic variation in vesicular-arbuscular mycorrhizal dependence of the pejobaye palm. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.18, n.9, p.1907-1916, 1995.
- COELHO, E. L.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. *Bragantia*, v.62, n.2, p. 173-178, 2003.
- COSTA, C. M. C.; CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; SANTOS, V. F.; MAIA, L. C. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de mangabeira. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.40, n.3, p.225-232, 2005.
- COSTA, N. D. Curso para formação de técnicos em produção integrada de melão. Embrapa, 19p. 2004.
- CUENCA, G.; ANDRADE, Z.; ESCALANTE, G. Diversity of Glomalean spores from natural, disturbed and revegetated communities growing on nutrient poor tropical soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.30, n 6, p.711-719, 1998.
- CHU, E. Y.; MOLLER, M. R. F.; CARVALHO, J. G. Efeitos da inoculação micorrízica em mudas de gravioleira em solo fumigado e não fumigado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.4, p.671-680, 2001.
- CHU, E. Y.; YARED, J. A. G.; ONUKI MAKI, H. J. I. Efeitos da inoculação e da adubação fosfatada em mudas de *Vochysia maxima* Ducke. *Revista Árvore*, v.28, n.2, p.157-165, 2004.
- CHU, E. Y. Sistema de Produção da Pimenteira-do-reino. 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/PimenteiradoReino/paginas/micorrizas.htm>> Acesso em: 23 de Março de 2008.

- DECLERCK, E; RISEDE, J. M.; DELVAUX, B. Greenhouse response of micropropagated bananas inoculated with in vitro monoxenically produced arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*, v.93, n.3, p.301-309, 2002.
- DUENHAS, L. H. Cultivo orgânico de melão: aplicação de esterco e de biofertilizantes e substâncias húmicas via fertirrigação. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2004. 73p. (Tese de Doutorado).
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos e análise de solo. 2ed. Rio de Janeiro - RJ, 1997, 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documento, 1).
- EMBRAPA, Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas. 2ed. 2006. 400p.
- FARIA, C. M. B. de; PEREIRA, J. R.; POSSÍDIO, E. L. Adubação orgânica e mineral na cultura do melão em um Vertissolo do Submédio São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.29, n.2, p. 191-197, 1994.
- FERNANDES, C.; CORÁ, J. E. Substratos Hortícolas - Cultivar Hortaliças e Frutas, n. 10, p.32-34, 2001.
- FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito do *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.2, p.257-266, 2003.
- FOCCHI, S. S; SOGLIO, F. K. D.; CARRENHO, R.; SOUZA, P. V. D.; LOVATO, P. E. Fungos micorrízicos arbusculares em cultivos de citros sob manejo convencional e orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.5, p.469-476, 2004.

- FONTES, P. C. R.; LOURDES, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.3, p. 614-619, 2004.
- FRANKE-SNYDER, M.; DOUDS JUNIOR, D. D.; GALVES, L.; PHILLIPS, J. G.; WAGONER, P.; DRINKWATER, L.; MORTON, J. B. Diversity of communities of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi present in conventional versus low-input agricultural sites in eastern Pennsylvania, USA. *Applied Soil Ecology*, v.16, n.1, p.35-48, 2001.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; DE-POLLI, H. Biomassa na ciclagem de nutrientes. In: *FERTBIO 2000: Biodinâmica do solo*, Santa Maria, RS, 2000. Anais.
- GERDEMANN, J. W. & NICHOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* extracted from soil by wetsieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, v.46, p.235-244, 1963.
- GERDEMANN, J. W. Vesicular-arbuscular mycorrhizal. In: TORREY, J.G.; CRARKSON, D.T. (Ed). *The development and functions of roots*. London: Academic Press, p.575-591,1975.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, v.84, n.3, p.489-500, 1980.
- GOSLING, P.; HODGE, A.; GOODLASS, G.; BENDING, G. D. Arbuscular mycorrhizal fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.113, n.1, p.17-35, 2006.
- GRANJEIRO, L. C.; PEDROSA, J. F.; NETO, F. B.; NEGREIROS, M. Z. D. E Rendimentos de híbridos de melão amarelo em diferentes densidades de plantio. *Horticultura Brasileira*, v.17, n.3, p.200-206, 1999.

- HOALAND, D. R.; ARNON, D. T. The water culture method for growth plants without soil. Berkely: California Agriculture Experiment Station, 1950, 32p. University of California.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > Acesso em: 07 de Março de 2008.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture Ecosystems Environment*, v.79, n.1, p.9-16, 2000.
- JACKSON, L. E.; MILLER, D.; SMITH, S. E. Arbuscular mycorrhizal colonization and growth of wild and cultivated lettuce in response to nitrogen and phosphorus. *Scientia Horticulturae*, v.94, n.3, p.205-218, 2002.
- KALE, R. D.; BANO, K.; SREENIVASA, M. N.; BAGYARAJ, D. J. Influence of worm cast (Vee. Comp. E. UAS'83) on the growth and mycorrhizal colonization of two ornamental plants. *South Indian Horticulture* v.35, n.5, p.433-437, 1987.
- KOIDE, R. T. Nutrient supply, nutrient demand and response to mycorrhizal infection. *New Phytologist*, v.117, n.3, p.365-386, 1991.
- LABIDI, S.; NASH, H.; ZOUAGHI, M.; WALLANDER, H. Effects of compost addition on extra-radical growth of arbuscular mycorrhizal fungi in *Acacia tortyilis* ssp. *radiana* savanna in a pre-Saharan area. *Applied Soil Ecology*, v.35, n.1, p.184-192, 2007.
- LIMA A. A. Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (*Cucumis melo* L.). Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2001. 60p. (Dissertação de Mestrado).

- MAIA, A. M. Atividade da microbiota do solo associada ao melão cultivado com o composto orgânico Bokashi. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2006. 56p. (Dissertação de Mestrado).
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 2ed. 319p.
- MARQUES, A. P. G. C.; OLIVEIRA, R. S.; RANGEL, A. D. S. S.; CASTRO, P. M. L. Application of manure and compost to contaminated soils and its effect on zinc accumulation by *Solanum nigrum* inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. *Environmental Pollution*, v.151, n.3, p.608-620, 2008.
- MARTINS, M. A.; GONÇALVES, G. F.; SOARES, A. C. F. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares associados a compostos fenólicos, no crescimento de mudas de mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.7, p.1465-1471, 2000.
- MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; BRASIL, F. C. Micorriza arbuscular e matéria orgânica na aclimatização de mudas de bananeira, cultivar nanicão. *Revista Bragantia*, v.61, n.3, p.277-283, 2002.
- MELEROS, S.; PORRAS, J. C. R.; HERENCIA, J. F.; MADEJON, E. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil & Tillage Research*, v.90, n.1-2, p.162-170, 2006.
- MENDES FILHO, P. F. Potencial de reabilitação do solo de uma área degradada, através da revegetação e do manejo microbiano. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2004. 89p. (Tese de Doutorado).
- MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. S. Matéria orgânica do solo: métodos e análises. Viçosa: UFV, 2005. 107p.

- MINHOMI, M. T. A.; AULER, P. A. M. Efeito do fósforo, da fumigação do substrato e fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de plantas de mamoeiro. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.27, p.841-847, 2003.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. Manejo da micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do cerrado. *Com. Téc-Embrapa Cerrados*, n.42, p.1-3, 2001.
- MONTEIRO, M. T. M. Desenvolvimento de mudas de pimentão, cultivado em substrato com pó de coco e inoculado com fungos micorrízicos arbusculares. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2007. 57p. (Dissertação de Mestrado).
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 2006. 2ed. 729 p.
- NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Interações microbianas na disponibilidade e absorção de manganês por soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.11, p. 1605-1612, 2002.
- NORMAN, J. R.; HOOKER, J. E. Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than mycorrhizal strawberry roots. *Mycol. Res.* v.104, p.1069-1073, 2000.
- NUNES, G. H. S.; SANTOS JÚNIOR, J. J. S.; ANDRADE, F. V.; BEZERRA NETO, F.; ALMEIDA, A. H. B.; MEDEIROS, D. C. Aspectos produtivos e de qualidade de híbridos de melão cultivados no agropolo Mossoró-Assu. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.4, p.744-747, 2004.
- OLIVEIRA, E.; SOUZA, P.; MATOS, A. O. Endomicorrizo dependência da pimenta-do-reino. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 9, n. 2, p. 427, 1984.

- OLIVEIRA, J. R. A.; MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Carbono da biomassa microbiana em solos de cerrado sob vegetação nativa e sob cultivo: avaliação dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p.863-871, 2001.
- PADILLA, I. M. G.; ENCINA, C. L. Changes in root morphology accompanying mycorrhizal alleviation of phosphorus deficiency in micropropagated *Annona cherimola* Mill plants. *Scientia Horticulturae*, v.106, n.3, p.360-369, 2005.
- PAIVA, L. M.; SILVA, M. A.; SILVA, P. C.; MAIA, L. C. *Glomus clarum* e *G. etunicatum*: cultivo em solo e aeroponia. *Revista Brasileira de Botânica*, v.26, n.2, p.257-262, 2003.
- PHILLIPS, J. M.; HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular-mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, v.55, p.158-161, 1970.
- PLENCHETTE, C.; FORTIN, J. A.; FURLAN, V. Growth responses of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. *Plant and Soil*, v.70, n.2, p.199-209, 1983.
- PRAGANA, R. B. Potencial do resíduo da extração da fibra de coco como substrato na produção agrícola. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998. 84p. (Dissertação de Mestrado).
- RIZZO, A. A. N.; BRAZ, L. T. Desempenho de linhagens de melão rendilhado em casa de vegetação. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.4, p.784-788, 2004.
- ROCHA, F. S.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R.; LIMA, W. L. Dependência e resposta de mudas de cedro a fungos micorrízicos arbusculares. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.1, p.77-84, 2006.

- ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; TELES, A. A. M.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S.; NORÕES, E. R. V. Caracterização do pó da casca do coco usado como substrato agrícola. Comunicado Técnico Embrapa Agroindustrial Tropical, Nº54, p.1-6, 2001.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT: users guide, release 6.03. SAS Institute INC., Cary, 1988.
- SANTOS, M. R. A.; TIMBÓ, A. L. O.; CARVALHO, A. C. P. P.; MORAIS, J. P. S. Avaliação de substratos e adubos orgânicos na aclimatização de plântulas de *Heliconia psittacorum*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.10, p.1049-1051, 2004.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), inoculadas com fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum*, em substrato agro-industrial. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.2, p.519-523, 2002.
- SEAGRI. Secretária da Agricultura Irrigada. Disponível em: < [www.seagri.ce.gov.br](http://www.seagri.ce.gov.br) >  
Acesso em: 13 de Junho de 2006.
- 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. Revista Brasileira Ciência do Solo, v.28, p.827-832, 2004.
- SENSOY, S.; DEMIR, S.; TURKMEN, O.; ERDINC, C.; SAVUR, O. B. Responses of some different pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to inoculation with different arbuscular mycorrhizal fungi. Scientia Horticulturae, v.113, n.1, p.92-95, 2007.
- SILVA JÚNIOR, J. M. T. da. Avaliação da microbiota do solo e do desenvolvimento do melão, utilizando-se o pó de coco, em diferentes proporções, como substrato alternativo. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2005. 43p. (Monografia).



- SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S. Matéria orgânica do solo. In. VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Biologia dos solos dos cerrados. Planaltina, Embrapa-CTAC, 1997, p.407-594.
- SILVA, M. A. da; CAVALCANTE, U. M. T.; SILVA, F. S. B. da; SOARES, S. A. G.; MAIA, L. C. Crescimento da mudas de maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Curtis) associadas a fungos micorrízicos arbusculares (Glomeromycota). Acta Botanica Brasilica, v.18, n.4, p.981-985, 2004.
- SILVEIRA, A. P. D.; SILVA, L. R.; AZEVEDO, I. C.; OLIVEIRA, E.; MELETTI, L. M. M. Desempenho de fungos micorrízicos arbusculares na produção de mudas de maracujazeiro amarelo, em diferentes substratos. Revista Bragantia, v.02, n.1, p.89-99, 2003.
- SILVEIRA, E. B.; RODRIGUES, V. J. L. B.; GOMES, A. M. A.; MARIANO, R. L. R.; MESQUITA, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas tomateiro. Horticultura Brasileira, v.20, n.2, p.211-216, 2002b.
- SILVEIRA, N. V. da; SOUZA, P. V. D. de; KOLLER, O. C. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares no desenvolvimento do abacateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.11, p.1597-1604, 2002a.
- SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN JÚNIOR, O. J. Dependency on arbuscular mycorrhizal fungi and responsiveness of some Brazilian native woody species. Mycorrhiza, v.11, n.5, p. 245-255, 2001.
- SRINIVAS, K.; PRABHAKAR, B. S. Response of muskmelon (*Cucumis melo* L.) to varying levels of spacing and fertilizers. Singapore Journal of Primary Industries, v.12, n.1, p. 56-61, 1984.
- SUBRAMANIAN, K. S.; SANTHANAKRISHNAN, P.; BALASUBRAMANIAN, P. Responses of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal

colonization under varying intensities of drought stress. *Scientia Horticulturae*. v.107, n.3, p.245-253, 2006.

TAVARES, R. C. Efeitos da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e da adubação orgânica no desenvolvimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth), sob estresse salino. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 2007. 67p. (Dissertação de Mestrado).

TAYLOR, J.; HARRIER, L. A. A comparison of development and mineral nutrition of micropropagated *Fragaria x ananassa* cv. Elvira (strawberry) when colonized by nine species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, v.18, n.3, p.205-215, 2001.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; MOURÃO, M. J. Carbono da biomassa microbiana e micorrizada em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. *Acta Scientiarum: Agronomy*, v.25 n.1, p.147-153, 2003.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: *Tópicos em Ciência do Solo*, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, v.2, p.195-276, julho, 2002.

TRINDADE, A. V., SIQUEIRA, J. O., ALMEIDA, F. P. Dependência micorrízica de variedades comerciais de mamoeiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, n.12, p.1485-1494, 2001.

TRINDADE, A. V.; FARIA, N. G.; ALMEIDA F. P. Uso de esterco no desenvolvimento de mudas de mamoeiro colonizadas com fungos micorrízicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 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. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.505-513, 2000b.

- TRISTÃO, F. S. M.; ANDRADE, S. A. L.; SILVEIRA, A. P. D. Fungos micorrízicos arbusculares na formação de mudas de cafeeiro, em substratos orgânicos. *Revista Bragantia*, v.65, n.4, p.649-658, 2006.
- VALENTINE, A. J.; OSBORNE, B. A.; MITCHELL, D. T. Interactions between phosphorus supply and total nutrient availability on mycorrhizal colonization, growth and photosynthesis of cucumber. *Scientia Horticulturae*, v.88, n.3, p.177-189, 2001.
- VÁQUEZ, M. A. N. Fertirrigação por gotejamento superficial e subsuperficial no meloeiro (*Cucumis melo* L.) sob condições protegidas. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 2003. 152p. (Tese de Doutorado).
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO<sub>2</sub> e N mineral de um solo Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.35-42, 2000.
- VARGAS, L. K.; SELBACH, P. A.; SÁ, E. L. S. Alterações microbianas no solo durante o ciclo do milho nos sistemas plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.8, p.749-755, 2004.
- VIERHEILIG, H.; LERAT, S.; PICHÉ, Y. Systemic inhibition of arbuscular mycorrhiza development by root exudates of cucumber plants colonized by *Glomus mosseae*. *Mycorrhiza*, v13, n.1, p.167-170, 2003.
- VIERHEILIG, H.; GARCIA-GARRIDO, J. M.; WYSS, U.; PICHÉ, Y. Systemic suppression of mycorrhiza colonization of barley roots already colonized by AM fungi. *Soil Biology and Biochemistry*, v.32, n.2, p.589-595, 2000.
- WEBER, O. B.; SOUZA, C. C. M.; GONDIM, D. M. F.; OLIVEIRA, F. N. S.; CRISÓSTOMO, L. A.; CAPRONI, A. L.; SAGGIN-JÚNIOR, O. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada em mudas de cajueiro-anão-precoce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.5, p.477-483, 2004.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Análise de variância referente às variáveis: Matéria seca da parte aérea (MSPA), Matéria fresca da parte aérea (MFPA), Altura da planta (ALT), Diâmetro do caule (DC) e Colonização micorrízica arbuscular (COL) – Experimento 1.

Fontes de variação	GL	QM				
		MSPA	MFPA	ALT	DC	COL
Tratamentos	9	1,474333*	157,217333*	756,297917*	2,482456*	1732,4826*
Resíduo	30	0,082959	5,108000	48,050283	0,10452167	7,05396
Total	39	-	-	-	-	-
CV (%)	-	28,12	20,38	19,47	7,51	13,97

\* Significativo a 5% pelo Teste F

**Anexo 2.** Análise de variância referente às variáveis: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Sódio (Na) – Experimento 1.

Fontes de variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
Tratamentos	9	7,61399*	1,27257*	12,03223*	16,79828*	5,072005*	5,906484*
Resíduo	30	0,50397	0,07567	0,484690	0,710635	0,302720	0,291211
Total	39	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	17,78	17,53	17,87	15,38	16,41	24,57

\* Significativo a 5% pelo Teste F

**Anexo 3.** Análise de variância referente às variáveis: Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn) – Experimento 1.

Fontes de variação	GL	QM			
		Fe	Cu	Zn	Mn
Tratamentos	9	0,19681154*	0,00579368*	0,03573103*	0,54010079*
Resíduo	30	0,01149933	0,00026055	0,00217174	0,7106
Total	39	-	-	-	-
CV (%)	-	19,15	15,80	18,94	17,46

\* Significativo a 5% pelo Teste F

**Anexo 4.** Análise de variância referente às variáveis: Matéria seca da parte aérea (MSPA), Matéria fresca da parte aérea (MFPA), Altura da planta (ALT), Diâmetro do caule (DC) e Colonização micorrízica arbuscular (COL) – Experimento 2.

Fontes de variação	GL	QM				
		MSPA	MFPA	ALT	DC	COL
Tratamentos	7	42,9369643*	3636,02853*	5502,88138*	0,9552812	156,834492*
Resíduo	24	0,4125000	34,99490	132,42594	0,20157813	9,967143
Total	31	-	-	-	-	-
CV (%)	-	11,35	9,64	10,06	7,35	7,82

\* Significativo a 5% pelo Teste F

**Anexo 5.** Análise de variância referente às variáveis: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Sódio (Na) – Experimento 2.

Fontes de variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	Na
Tratamentos	7	15,904733*	11,690914*	35,491242*	107,926171*	41,006776*	14,473774*
Resíduo	24	1,069643	0,0660979	1,572962	2,421500	0,531518	0,449553
Total	31	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	8,70	7,45	9,89	12,35	9,51	10,43

\* Significativo a 5% pelo Teste F

**Anexo 6.** Análise de variância referente às variáveis: Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Manganês (Mn) – Experimento 2.

Fontes de variação	GL	QM			
		Fe	Cu	Zn	Mn
Tratamentos	7	1,26973889*	0,01247048*	0,06210613	1,33131296*
Resíduo	24	0,04165632	0,00099398	0,01247579	0,02975570
Total	31	-	-	-	-
CV (%)	-	15,27	14,94	19,61	13,38

\* Significativo a 5% pelo Teste F