



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO  
PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS**

**PRISCILA BATISTA MIRANDA**

**Araras-SP  
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO  
PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS**

**PRISCILA BATISTA MIRANDA**

ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Katia Cristina Kupper

CO-ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andrea Hentz De Mello

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL.

**Araras-SP**

**2017**

MIRANDA, Priscila Batista

INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES  
COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE  
CITROS / Priscila Batista MIRANDA. -- 2017.

50 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Araras, Araras

Orientador: Dr<sup>a</sup> Katia Cristina Kupper

Banca examinadora: Dr<sup>a</sup> Katia Cristina Kupper, Dr. Ademir Durrer  
Bigaton, Dr<sup>a</sup> Marcia Maria Rosa Magri

Bibliografia

1. Porta-enxertos de citros. 2. Microrganismos promotores de  
crescimento. 3. Fungos Micorrízicos Arbusculares. I. Orientador. II.  
Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

---

**Folha de Aprovação**

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Priscila Batista Miranda, realizada em 30/05/2017:

---

Profa. Dra. Katia Cristina Kupper  
IAC

---

Prof. Dr. Ademir Durrer Bigaton  
CPMO

---

Profa. Dra. Marcia Maria Rosa Magri  
UFSCar

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, Clélia, por todo amor, dedicação, cuidado, ajuda e compreensão. Por sempre acreditar na minha capacidade e por estar sempre ao meu lado, ainda que fisicamente distante.

Ao meu irmão e minha prima, Patrick e Anastácia, por todos os cuidados, palavras de incentivos e carinhos.

Ao meu companheiro, Cristiano Bento, por todo afeto, compreensão e paciência nesse momento de aprendizado e por estar sempre ao meu lado.

À minha orientadora, Katia Cristina Kupper, por toda a paciência, dedicação e sabedoria em suas orientações. Por ser amiga e companheira dos seus orientados e nunca desampará-los. O pouco tempo de convivência que tivemos foi muito enriquecedor para minha vida profissional e pessoal.

À minha coorientadora, Andrea Hentz de Mello, por todos os ensinamentos, desde o início da minha vida acadêmica. Por todas as oportunidades concedidas a mim, que me subsidiaram para chegar até aqui. E, principalmente, por seu companheirismo e amizade.

À Universidade Federal de São Carlos – Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, pela oportunidade de cursar o mestrado.

Aos professores do PPGADR, por todo o conhecimento e experiências compartilhados. E à Tereza Cristina Roesler Ré, carinhosamente chamada de Cris, por ter se mostrado sempre disposta a nos compreender, ajudar e resolver qualquer problema que tivemos durante essa jornada acadêmica.

À Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional, pela oportunidade de realização deste trabalho de pesquisa em suas dependências.

Aos meus colegas de turma, pela cumplicidade e união em todos os momentos. Em especial, à minha amiga Alexandra Leite de Farias, com quem compartilhei muitos momentos felizes que deram leveza à nossa estadia longe de casa.

## **DEDICATÓRIA**

*A minha amada mãe, Clélia, por seus ensinamentos de vida, que sempre nortearam as minhas ações com senso de honestidade e humildade. Agradeço por todo o amor e dedicação incondicionais devotados a mim sempre.*

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1 Citricultura no Brasil</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.1 Breve histórico e importância sócioeconômica</b> .....	<b>10</b>
<b>2.1.2 Produção de mudas e porta-enxertos</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Microrganismos para uma agricultura sustentável</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2.1 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs)</b> .....	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1 Localização do experimento</b> .....	<b>16</b>
<b>3.2 Criação e manutenção do banco de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Características do substrato</b> .....	<b>17</b>
<b>3.4 Produção, adubação e inoculação dos porta-enxertos</b> .....	<b>18</b>
<b>3.5 Avaliações dos parâmetros de crescimento dos porta-enxertos</b> .....	<b>19</b>
<b>3.6. Avaliação da dependência micorrízica e da colonização dos FMAs nas raízes dos porta-enxertos</b> .....	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1 Avaliações dos parâmetros de crescimento dos porta-enxertos</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2 Avaliação da dependência micorrízica e da colonização dos FMAs nas raízes dos porta-enxertos</b> .....	<b>27</b>
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>33</b>
<b>7 LITERATURA CITADA</b> .....	<b>34</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Análise de variância para a altura dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias de avaliação.....	21
<b>Tabela 2:</b> Médias da variável altura para os porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.....	21
<b>Tabela 3:</b> Análise de variância para o diâmetro do caule dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.....	22
<b>Tabela 4:</b> Médias da variável diâmetro do caule para os porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.....	23
<b>Tabela 5:</b> Análise de variância para o número de folhas dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.....	23
<b>Tabela 6:</b> Médias do número de folhas proporcionadas pelos diferentes manejos aplicados aos porta-enxertos, aos 90 dias de avaliação.....	24
<b>Tabela 7:</b> Teor de macronutrientes da parte aérea do Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, em função dos diferentes tratamentos, aos 90 dias.....	25
<b>Tabela 8:</b> Teor de macronutrientes da parte aérea, aos 90 dias, considerado os diferentes tratamentos empregados aos porta-enxertos.....	26
<b>Tabela 9:</b> Teor de micronutrientes da parte aérea do Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, em função dos diferentes tratamentos, aos 90 dias.....	26
<b>Tabela 10:</b> Teor de micronutrientes da parte aérea, aos 90 dias, considerado os diferentes tratamentos empregados aos porta-enxertos.....	27

<b>Tabela 11:</b> Dependência micorrízica dos porta-enxertos, considerando os FMAs <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i> .....	28
<b>Tabela 12:</b> Análise de variância para a colonização micorrízica dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos à inoculação com <i>Glomus clarum</i> e <i>Glomus etunicatum</i> , aos 90 dias.....	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Banco de inóculo de <i>Glomus clarum</i> e <i>G. etunicatum</i> com <i>Brachiaria brizantha</i> cultivada em areia.....	17
<b>Figura 2:</b> Inoculação do substrato com esporos de FMAs antes da semeadura.....	18
<b>Figura 3:</b> Massa seca da parte aérea dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, considerando os diferentes tratamentos, aos 90 dias.....	25

## INFLUÊNCIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES COMO PROMOTORES DE CRESCIMENTO DE PORTA-ENXERTOS DE CITROS

**Autora:** Priscila Batista Miranda

**Orientadora:** Profa. Dra. Katia Cristina Kupper

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Andrea Hentz de Mello

### RESUMO

Os microrganismos promotores de crescimento de plantas têm sido muito utilizados na agricultura. Como exemplo, os fungos micorrízicos arbusculares, que se associam às raízes de plantas e auxiliam estas na melhor absorção de nutrientes e água, têm sido utilizados como insumo biológico em diversas pesquisas. Todavia, o uso destes está, na maioria das vezes, associado à utilização de adição de fósforo, sendo importante, também, a realização de estudos em que se avalie o efeito isolado destes microrganismos e a dependência das plantas a eles. Portanto, este trabalho teve por objetivo verificar o efeito da associação micorrízica de *Glomus clarum* e *G. etunicatum* no crescimento inicial dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com arranjo fatorial 3 x 4, com 5 repetições, correspondendo a 3 porta-enxertos, 4 manejos (adubação mineral, inoculação com *G. clarum*, e *G. etunicatum* e o Controle). A inoculação com os fungos micorrízicos e a adubação com P foram realizadas simultaneamente e após a semeadura, respectivamente. Adicionalmente, após a germinação dos porta-enxertos, foram aplicados N e micronutrientes, via água de irrigação. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura, diâmetro do caule, número de folhas, massa seca da parte aérea, dependência e colonização micorrízica e os teores de macro e micro nutrientes da parte aérea. Pelos resultados obtidos, verificou-se interação significativa entre os porta-enxertos e manejos aplicados neste estudo para a maioria das variáveis avaliadas. A maior altura, número de folha e massa seca

da parte aérea foi proporcionada pelo manejo de adubação mineral. De um modo geral, Limão Cravo e Citrumelo Swingle obtiveram as maiores alturas. O maior diâmetro do caule foi atingido pelo Citrumelo Swingle e o manejo que favoreceu esse parâmetro foi o de inoculação com *G. etunicatum*. Limão Cravo apresentou dependência micorrízica moderada para *G. clarum* e marginal para *G. etunicatum*, enquanto que os demais porta-enxertos apresentaram dependência marginal para os dois microrganismos. Houve baixa porcentagem de colonização micorrízica nos porta-enxertos. Houve interação significativa entre os porta-enxertos e os manejos aplicados, sendo que adubação mineral proporcionou maiores teores de N, P, Ca e S às plantas. Todavia, os manejos com inoculação de fungos micorrízicos, também, apresentaram efeito positivo de absorção de nutrientes, especialmente de K, Mg, N e P. Em relação aos micronutrientes, adubação mineral também se destacou na absorção de B, Cu, Fe, Mn e Zn. *G. clarum* apresentou valores de Cu, Mn e Zn superiores aos do controle. No entanto, considerando todos os parâmetros avaliados, o manejo por meio da utilização de fungos micorrízicos não foi satisfatório, sendo o melhor o resultado obtido com adubação mineral, tal efeito pode ser justificado pelo alto teor de P no substrato, o qual pode ter afetado a eficiência da micorrização.

Termos para indexação: Associação micorrízica, Limão Cravo, Citrumelo Swingle, Tangerina Sunki.

## INFLUENCE OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AS GROWTH PROMOTERS OF CITRUS ROOTSTOCKS

**Author:** Priscila Batista Miranda

**Adviser:** Profa. Dra. Katia Cristina Kupper

**Co-adviser:** Profa. Dra. Andrea Hentz de Mello

### ABSTRACT

Plant growth promoting microorganisms have been widely used in agriculture. As an example, the arbuscular mycorrhizal fungi, which associate with the roots of plants and help them in the better absorption of nutrients and water, have been widely used as biological input in several studies. However, their use is mostly associated with phosphorus addition, and it is also important to carry out studies evaluating the isolated effect of these microorganisms and the dependence of the plants on them. The objective of this work was to verify the effect of the mycorrhizal association of *Glomus clarum* and *G. etunicatum* on the initial growth of rootstocks: Rangpur lime, Swingle Citrumelo and Tangerine Sunki. The experimental design was completely randomized with a 3 x 4 factorial arrangement, with 5 replications, corresponding to 3 rootstocks, 4 managements (mineral fertilization, inoculation with *G. clarum* or *G. etunicatum* and control). The inoculation with mycorrhizal fungi and fertilization with P were performed simultaneously and before the sowing, respectively. In addition, after germination, N and micronutrients were applied by the irrigation water. The following parameters were evaluated: height, stem diameter, number of leaves, shoot dry mass, colonization and mycorrhizal dependence and the macro and micronutrients content from shoots. There was a significant interaction between the rootstocks and treatments applied in this study for most of the evaluated variables. The highest values of height, leaf number and dry mass of the aerial part were provided by the mineral fertilization management. Rangpur lime and Swingle Citrumelo obtained higher height. The largest diameter of the stem was

reached by Swingle Citrumelo and the management that provided the largest diameter was inoculation with *G. etunicatum*. Rangpur lime presented moderate mycorrhizal dependence for *G. clarum* and marginal for *G. etunicatum*, while the other rootstocks present marginal dependence on the two microorganisms. There was a low percentage of mycorrhizal colonization in the rootstocks. There was a significant interaction between the rootstocks and the applied managements, and mineral fertilization provided higher levels of N, P, Ca and S to the plants. Regarding the micronutrients, mineral fertilization also excelled in the absorption of B, Cu, Fe, Mn and Zn. *G. clarum* presented values of Cu, Mn and Zn higher than the control. However, considering all the evaluated parameters, the management through the use of mycorrhizal fungi was not satisfactory, the best result was obtained with mineral fertilization, such effect can be justified by the high content of P in the substrate, which can be affected the efficiency of mycorrhization.

Index terms: Mycorrhizal association, Rangpur lime, Swingle Citrumelo, Sunki Tangerine.

## 1 INTRODUÇÃO

A citricultura tem se destacado como uma importante atividade do setor agrícola brasileiro, sendo responsável por 60 % da produção mundial de suco de laranja (MAPA, 2016). A produção nacional é de 15,9 toneladas e o estado de São Paulo apresenta-se como o principal produtor, com a quantidade de 11,6 toneladas, que corresponde a, aproximadamente, 73% do total produzido no país (IBGE, 2016).

Dentre os porta-enxertos utilizados nesta atividade agrícola, destaca-se o Limão Cravo, que possui diversas características desejáveis como, tolerância à tristeza dos citros e ao déficit hídrico, facilidade de obtenção de sementes e alta produtividade de frutos (POMPEU JUNIOR, 1994). Além de ser um dos porta-enxertos mais utilizados no Brasil, sendo responsável por 85 % do total de plantas no país (POMPEU JÚNIOR, 2005). A Tangerina Sunki possui elevado vigor, boa produtividade de frutos, resistência à tristeza, ao declínio e à morte súbita dos citros, sendo, também, tolerante à seca (BASSANEZI et al., 2002; POMPEU JUNIOR, 2005). O Citrumelo Swingle é considerado um porta enxerto tolerante à tristeza, à exocorte, à xiloporose e à morte súbita dos citros (GIMENES-FERNANDES; BASSANEZI, 2001). Tais características tornam a utilização destes porta-enxertos relevante para a produção de mudas na citricultura.

Várias pesquisas têm sido realizadas no intuito de incorporar a utilização de insumos biológicos na agricultura, como por exemplo, a utilização de microrganismos promotores de crescimento de plantas (FLORES-AYALAS et al., 2003; LIMA et al., 2015; MIRANDA et al., 2016). A maioria destas pesquisas utiliza os microrganismos como um insumo complementar para diminuir a adição de adubos minerais, principalmente o fósforo, nos processos de produção de mudas. Sendo importante, também, a realização de mais pesquisas onde se avalie o efeito isolado destes microrganismos e a dependência das plantas a eles.

Como microrganismos promotores de crescimento, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), pertencentes ao Filo Glomeromycota,

que se associam às raízes de plantas (SCHÜBLER et al., 2001). As micorrizas arbusculares são associações mutualistas nutricionais, onde a planta supre o fungo com energia para o seu crescimento e manutenção, via produtos fotossintéticos, e o fungo disponibiliza para a planta melhor absorção de nutrientes e água (BERBARA; DE SOUZA; FONSECA, 2006).

Inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de comprovar a eficiência da micorrização em diversos cultivos, evidenciando o incremento no desenvolvimento de plantas inoculadas com FMA's, em detrimento das não inoculadas, apresentando significativos ganhos de crescimento e absorção de nutrientes, especialmente o fósforo, por conta do aumento da área de absorção das raízes, com a extensão destas pelos FMAs (BALOTA; MACHINESKI; STENZEL, 2011; FERREIRA et al., 2015; GARCIA et al., 2016).

Diante do exposto, esse trabalho teve por objetivo verificar os efeitos da associação micorrízica de *G. clarum* Nicol. & Schenck e *G. etunicatum* Becker & Gerd. no crescimento inicial dos porta-enxertos Limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf x *Poncirus trifoliata* (L) Raf.) e Tangerina Sunki (*Citrus sunki* Hort. ex Tan.).

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Citricultura no Brasil

#### 2.1.1 Breve histórico e importância sócioeconômica

A laranja, de origem asiática, foi introduzida no Brasil no início do período colonial e adaptou-se muito bem ao país, devido às condições edafoclimáticas favoráveis ao seu cultivo, fazendo com que a citricultura se expandisse em vários estados. No início da década de 1920 foi criado o primeiro núcleo citrícola do país, localizado no entorno de Nova Iguaçu – RJ, com objetivo de abastecer a cidade do Rio de Janeiro e São Paulo e de promover, também, exportações para outros países (NEVES et al., 2010).

Com o declínio da atividade cafeeira, devido à crise financeira, seca de 1920 e infestação com nematóides, a citricultura foi ganhando espaço e se expandindo no estado de São Paulo (NEVES et al., 2010). Ao longo de sua história evolutiva, a citricultura manteve sua competitividade no mercado paulista, ainda que tenha enfrentado problemas econômicos e fitossanitários. Tal fato se deve à forte atuação do setor privado na atividade, ao contexto de exportação citrícola e à ação do estado, esta última em menor atuação, quando comparado a outras atividades agrícolas (BORGES e COSTA, 2006).

No período compreendido entre as décadas de 1930 a 1960, a citricultura nacional teve como ponto central a comercialização da fruta *in natura* para o mercado interno e externo. Em relação ao mercado externo, os principais exportadores na década de 1930 eram Estados Unidos, Espanha e Bélgica (BORGES e COSTA, 2006).

Atualmente o Brasil é responsável por 60% da produção mundial de suco de laranja segundo o Ministério da Agricultura (2016). Além de produzir 15,9 toneladas de laranja, sendo o estado de São Paulo o maior produtor do país, atingindo a quantidade de 11,4 toneladas, ou seja, 73% do que é produzido nacionalmente (IBGE, 2016).

A citricultura, no contexto agrícola brasileiro, tem se destacado como uma atividade sócioeconômica significativa, visto que o seu aprimoramento permitiu o alcance do mercado consumidor mundial, tendo a Europa e os Estados Unidos como principais consumidores. A relevância do setor citrícola pode ser percebida, também, pela geração de empregos diretos e indiretos, que alcança a quantidade 230 mil postos de trabalho criados. (NEVES et al., 2010).

### **2.1.2 Produção de mudas e porta-enxertos**

A produção das mudas é uma etapa importante para composição de pomares vigorosos e saudáveis, com colheitas ao longo do ano todo, plantas tolerantes a estresses bióticos e à doenças. Vários fatores influenciam para o sucesso desta etapa, dentre esses, o substrato a ser utilizado, que deve possuir teores consideráveis de nutrientes, ausência de patógenos, pH, textura e estrutura adequados, além de baixo custo na sua aquisição (SILVA et al. 2001).

Um dos inconvenientes para a produção das mudas de citros é o fato de demandar cerca de 60% do tempo despendido para a produção dos porta-enxertos, que se deve, principalmente, pela desuniformidade da germinação e ao longo período de desenvolvimento inicial das plântulas (SOUSA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2014).

A combinação entre copa e porta-enxertos é fundamental para o êxito na formação de pomares com bom desempenho. A qualidade do porta-enxerto tem forte influência no máximo potencial de cada variedade de copa, interferindo na sua capacidade produtiva e resistência à pragas (POMPEU JUNIOR, 2005), na medida em que influi diretamente no seu desenvolvimento vegetativo (FOCHESATO, 2006).

A redução do tempo de formação das mudas, com alto vigor e custo reduzido, é fator importante na produção das mesmas. Essa diminuição do tempo depende de fatores como: a característica do substrato utilizado, do

volume do recipiente que comportará o sistema radicular, de forma que favoreça o seu pleno desenvolvimento, assim como, da remoção do tegumento das sementes, que pode acelerar o processo de germinação das mesmas (OLIVEIRA et al., 2006).

O porta-enxerto Limão Cravo se destaca por exercer significativa utilização nas mais variadas regiões produtoras de citros (SOARES FILHO et al., 2008). Sua relevância se deve a diversas características como, tolerância à tristeza dos citros e déficit hídrico; elevada produtividade de frutos; compatibilidade apropriada com variedades de copas, influenciando no crescimento destas, e a facilidade na obtenção de sementes (POMPEU JUNIOR, 2005).

Nos últimos anos cresceu em 20% a utilização de Citrumelo Swingle como porta-enxerto para a produção de mudas no estado de São Paulo (POMPEU JÚNIOR et al., 2004). Isso se deve às boas características apresentadas por esse porta-enxerto, como a boa qualidade de frutos que proporciona à copa e a resistência à morte súbita dos citros (GIMENES-FERNANDES e BASSANEZI, 2001; POMPEU JÚNIOR, 1999).

Outro porta-enxerto com importância considerável na atividade citrícola é a Tangerina Sunki, principalmente, por apresentar compatibilidade com as copas de laranjeiras, tangerineiras e pomeleiros (POMPEU JUNIOR, 1980). Além de apresentar características importantes quanto à formação de copa das plantas, alto vigor, resistência à tristeza, xiloporose, sorose, declínio dos citros, morte súbita dos citros, tolerância a solos salinos e à seca, além de apresentar considerável produtividade de frutos (BASSANEZI, GIMENES-FERNANDES E MASSARI, 2002; CASTLE, 1987; POMPEU JUNIOR, 1980; POMPEU JUNIOR, 2005).

## **2.2 Microrganismos para uma agricultura sustentável**

De acordo com Caporal e Costabeber (2002), agroecologia é entendida como um campo de conhecimentos de ordem multidisciplinar, no

qual permite contribuir para a criação de práticas de agricultura, com base ecológica que promovem o desenvolvimento rural, norteado por princípios de sustentabilidade numa concepção multidimensional de longo prazo.

O termo sustentabilidade possui diferentes significados nos mais variados contextos, por diferentes grupos de indivíduos, porém, há um consentimento geral de que, na prática, possui uma base ecológica (GLIESSMAN, 2001). Para o referido autor, a agricultura sustentável deve afetar minimamente o ambiente, ou seja, não liberar substâncias nocivas à atmosfera e cursos de águas superficiais ou subterrâneas; preservar a fertilidade e prevenir processos erosivos no solo; utilizar recursos internos do agroecossistema; valorizar e conservar a diversidade biológica contida no ambiente, dentre outros fatores.

Para que atividades agrícolas sejam sustentáveis é necessário um conhecimento aprofundado dos processos ecológicos, com a utilização de práticas e técnicas alternativas, que possibilitem a promoção de mudanças socioeconômicas que promovam a sustentabilidade de todo o sistema produtivo (GLIESSMAN, 2009).

Para o alcance de sistemas que se sustentem ao longo do tempo, Altieri (2012) destaca que o primordial a ser feito é a eliminação de agroquímicos, substituindo esses por manejos que garantam a adequada nutrição e proteção das plantas, tal qual a utilização de fontes orgânicas de fertilizantes e manejo integrado de pragas. Gliessmann (2009) ressalta que, por meio do manejo baseado na agricultura ecológica, a sustentabilidade pode ser entendida como a capacidade de se produzir permanente no mesmo solo, renovando sua capacidade de uso. Tendo em vista que, segundo Paulus, Muller e Barcellos (2000), este é um organismo vivo e dinâmico do qual dependem toda forma de vida vegetal, já que o solo é a base de toda produção.

A utilização de microrganismos pelas atividades agrícolas tem recebido destaque por alcançar aumentos de produtividade na agricultura, tornando-a também mais sustentável. A exemplo disso, ressalta-se a utilização de

bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, denominadas como organismos diazotróficos (MOREIRA, CARVALHO E SIQUEIRA, 2010).

O baixo teor de nitrogênio em solos brasileiros acaba interferindo no crescimento de plantas, visto que este é considerado um nutriente essencial para a célula vegetal, proporcionando incrementos à produtividade das culturas. Tal inconveniente faz com que haja a necessidade da utilização de adubação nitrogenada, em sua maioria de fertilizantes inorgânicos, o que encarece o custo de produção e afeta negativamente o ambiente. Uma alternativa a esta prática é o aproveitamento dos benefícios da associação entre bactérias fixadoras de nitrogênio com culturas de interesse econômico. Essa fixação promove ganhos na produtividade das culturas, na medida em que aumentam a produção de biomassa, acúmulo de nitrogênio na parte aérea (DARTORA et al., 2013; COSTA, et al., 2014) e acréscimo na massa seca da raiz (COSTA et al., 2014).

Além das bactérias que auxiliam no melhor aproveitamento dos nutrientes do meio, os fungos também possuem papel importante no crescimento vegetal. Dentre esses, espécies de *Trichoderma* estão entre os mais eficientes em promover o crescimento de plantas (SILVA et al., 2011; MACHADO et al., 2015), além de serem utilizados como agentes de biocontrole de fitopatógenos (BROTMAN, GUPTA, VIERBO, 2010).

Outros fungos relevantes para atividades agrícolas, como promotores de crescimento vegetal, são os micorrízicos, que propiciam aumento da eficiência nutricional e redução da necessidade de adubação fosfatada (LIMA et al., 2015), contribuindo para o aumento da expansão da área foliar, no teor de proteína bruta e colaborando para a melhoria da composição bromatológica da planta (NASCIMENTO et al., 2016).

### **2.2.1 Fungos Micorrízicos Arbusculares (FAMs)**

As micorrizas (MAs) são associações simbióticas, de ocorrência generalizada, formadas pelas raízes de plantas e fungos do solo e são as mais

comuns da natureza, sendo encontradas na maioria das plantas e na maioria dos ecossistemas terrestres, desde os polares, até os trópicos úmidos ou desérticos (SAGGIN-JÚNIOR e SILVA, 2006). Entre os vários tipos de micorrizas, a arbuscular é a mais distribuída nos trópicos, sendo constituída pelos fungos micorrízicos arbusculares (FMA), do Filo Glomeromycota (SCHÜBLER et al., 2001) e espécies de briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas (CALVACANTE; GOTO; MAIA, 2009).

Uma associação bem sucedida depende de combinações apropriadas entre fungo-planta-condições ambientais (RHEINHEIMER et al., 1997; BAGYARAJ, 1991). As plantas podem apresentar associações micorrízicas compatíveis ou incompatíveis, de acordo com as variações das condições ambientais, tais como, nível de fósforo, conteúdo de água, pH, salinidade, temperatura, qualidade e intensidade luminosa, dentre outros (MEHROTA, 2005).

As MAs apresentam como característica principal o fator de serem consideradas mutualistas nutricionais, já que a planta supre o fungo com energia para o seu crescimento e manutenção, via produtos fotossintéticos; da mesma forma que o fungo fornece à planta, nutrientes e água (BERBARA; SOUZA; FONSECA, 2006).

Um dos problemas relacionados à nutrição de plantas na agricultura é quanto ao fósforo, que está presente no solo em baixas concentrações e são pouco móveis em solos intemperizados, como é o caso dos solos tropicais. Nessas condições, os FMAs assumem papel importante auxiliando diversas espécies vegetais que não conseguem mobilizar este elemento para torna-lo disponível (BERBARA; SOUZA; FONSECA, 2006). Neste sentido, várias pesquisas demonstram que a utilização de FMAs favorece a absorção expressiva de P pelas plantas, melhorando seu estado nutricional e incrementando seu crescimento (ROCHA et al., 2012; SENA et al., 2014; STOFFEL et al., 2016).

Além de promoverem a absorção de P e outros nutrientes, os FMAs absorvem e disponibilizam para as plantas quantidades expressivas de nitrogênio, seja na forma de  $\text{NH}_4^+$  ou na de  $\text{NO}_3^-$ . As enzimas responsáveis

pela assimilação deste elemento estão presentes nas raízes e nas estruturas do FMAs. O N que é absorvido pode ficar acumulado nos fungos, concentrados entre o espaço extra e intracelular, assim como entre as células do córtex (JOLICOEUR et al., 2002).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização do experimento**

O experimento foi realizado no Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Ciências Agrárias de Marabá (FCAM) e em casa de vegetação da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) localizada no município de Marabá – PA.

O município de Marabá, geograficamente, pertence à mesorregião sudeste do estado do Pará e tem temperatura média de 28° C. Apresenta média mínima de 10°C a 26°C e média máxima de 25°C a 35°C, caracterizado por um período menos chuvoso entre os meses de maio a outubro e um período mais chuvoso entre os meses de novembro a abril, onde sua precipitação média total é de aproximadamente 2000 mm/ano, com umidade média anual de 85% (ALMEIDA, 2007).

Utilizou-se um delineamento experimental no esquema fatorial 3 x 4 com 5 repetições, correspondendo a 3 porta-enxertos e (Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki) 4 manejos (adubação mineral – ADB, inoculação com *Glomus clarum* – IGC, inoculação com *Glomus etunicatum* – IGE e Controle, sem adubação e inoculação).

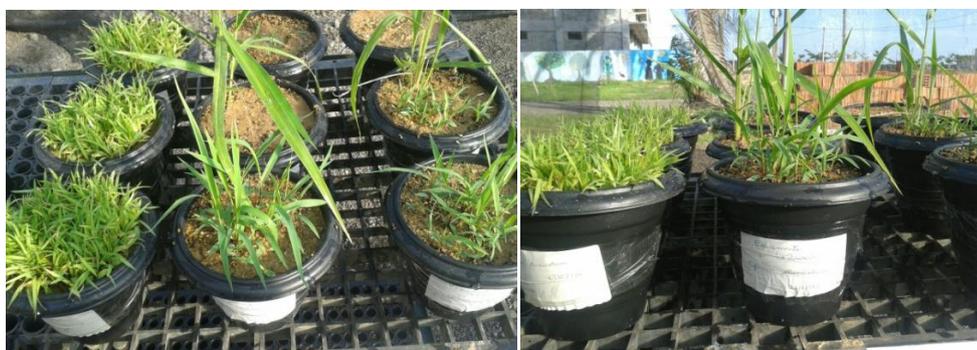
#### **3.2 Criação e manutenção do banco de inóculo de fungos micorrízicos arbusculares**

Para a multiplicação de esporos de FMAs, em quantidade suficiente para inoculação de todas as mudas do experimento, fez-se necessária a criação e

manutenção de um banco de inóculo com isolados das duas espécies de FMAs.

Os esporos de *Glomus clarum* (NICOLSON & SCHENCK) e *Glomus etunicatum* (BECKER & GERDEMANN), adquiridos do Banco de Inóculo da FCAM/Unifesspa, foram extraídos e separados em laboratório por meio da técnica de peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963) e centrifugação em água e sacarose a 40% (JENKINS, 1964). Após a extração, estes foram inoculados em vasos com capacidade de 1 kg, contendo como substrato areia autoclavada, no qual foi semeada *Brachiaria brizantha*. Cada espécie de FMAs continha três vasos como cultivo armadilha, os quais permaneceram em estufa por 120 dias, tempo necessário para uma boa taxa de esporulação.

Cada espécie de FMAs continha três vasos como banco de inóculo, os quais permaneceram em estufa por quatro meses, tempo necessário para uma boa taxa de esporulação (Figura 1).



**Figura 1:** Banco de inóculo de *Glomus clarum* e *G. etunicatum* com *Brachiaria brizantha* cultivada em areia.

### 3.3 Características do substrato

O substrato utilizado para a produção das mudas foi o vermicomposto de minhoca *Eisenia foetida*, cujas características, após análise química (EMBRAPA 1998), foram: pH(água)=6,6; matéria orgânica=2,9dag/kg;

capacidade de troca de cátion=8,9cmol/dm<sup>3</sup>; Mg=0,7cmol/dm<sup>3</sup>; Ca=5,1cmol/dm<sup>3</sup>; P=158mg/ kg<sup>1</sup>; K=650mg/ kg<sup>1</sup>; S=25mg/ kg<sup>1</sup>; Cu=3,2mg/ kg<sup>1</sup>; Fe=236 mg/ kg<sup>1</sup>; Mn=48mg/ kg<sup>1</sup>; Zn=9,5mg/ kg<sup>1</sup>; B=0,47mg/ kg<sup>1</sup>.

O substrato foi autoclavado por 20 minutos à pressão de 1 atm ou 1 kgf/cm<sup>2</sup>, por três vezes, objetivando eliminar organismos que poderiam competir com os FMAs utilizados, interferindo, desta forma, no resultado do experimento.

### 3.4 Produção, adubação e inoculação dos porta-enxertos

Para a produção das mudas, primeiramente, efetuou-se o preparo das sementes dos porta-enxertos, que foram lavadas em água corrente e mergulhadas em água aquecida a 50° C, por 10 minutos. Efetuou-se também a retirada do tegumento externo das sementes no intuito de acelerar o processo de germinação. Em seguida, as mesmas foram semeadas no substrato autoclavado que foi distribuído em sacos de polietileno com capacidade de 50 cm<sup>3</sup>, depositando-se três sementes de cada porta-enxerto por saco. Antes da semeadura, o substrato foi tratado com os diferentes isolados de fungos micorrízicos e/ou adubação mineral.

Os dois manejos com inoculação consistiram em depositar 45 esporos de cada espécie de FMAs em um orifício feito no centro do substrato, de aproximadamente 3cm de profundidade e 3cm de diâmetro (Figura 2).



**Figura 2:** Inoculação do substrato com esporos de FMAs antes da semeadura

Já o manejo com adubação mineral foi realizado em duas etapas. Na primeira, adicionou-se uma fonte de fósforo (P), na forma de superfosfato simples (SS - 16% de  $P_2O_5$ ), homogeneizando-se 40g do adubo com o substrato contido em cada recipiente, antes da semeadura.

A segunda etapa foi realizada após 30 dias, a contar da emergência dos cotilédones, na qual se fez o desbaste das plantas e aplicação de nitrogênio (N) e micronutrientes. Foram aplicados 1,7g de N, dissolvidos em água, de forma parcelada, constituindo oito aplicações de cobertura com uréia, via água de irrigação, semanalmente. Portanto, foram aplicadas 5 ml da solução acima nas proximidades da raiz de cada muda deste (DECARLOS NETO et al., 2002). Os micronutrientes, por sua vez, foram pulverizados somente na parte aérea, quinzenalmente, de acordo com recomendação da EMBRAPA (2003).

### **3.5 Avaliações dos parâmetros de crescimento dos porta-enxertos**

Aos 30, 60 e 90 dias após a emergência das plantas foram realizadas avaliações levando-se em consideração os seguintes parâmetros de crescimento dos porta-enxertos: altura, número de folhas e diâmetro do caule.

Após 90 dias, as plantas foram coletadas e avaliadas quanto ao peso da massa seca da parte aérea (MSPA), à dependência e à colonização micorrízica. Para determinação do peso da MSPA as mudas tiveram as folhas e ramos separados da raiz e este material foi levado para estufa com circulação de ar, a 65° C por 48 horas, até atingir peso constante. Depois de seco, o material foi moído, em moinho tipo Willey, e acondicionado em sacos de papel para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn (EMBRAPA, 1997).

### **3.6. Avaliação da dependência micorrízica e da colonização dos FMAs nas raízes dos porta-enxertos**

A dependência micorrízica (DM) foi calculada para cada manejo com inoculação, por meio da fórmula sugerida por Plenchette et al. (1983), em que:

$$DM = \frac{BSPM - BSPNM}{BSPM} \times 100$$

Onde: DM = dependência micorrízica; BSPM = biomassa seca de plantas micorrizadas; BSPNM = biomassa seca de plantas não micorrizadas.

Para a classificação da dependência micorrízica utilizou-se as categorias, adaptadas de Habte & Manjunath (1991), na qual têm-se: plantas excessivamente dependentes (DM > 75%), altamente dependentes (50 – 75%), moderadamente dependentes (25 – 50%), marginalmente dependentes (< 25%) ou independentes (não respondem à micorrização).

Para obter a percentagem de colonização micorrízica as raízes foram coletadas, lavadas e coradas pelo método de coloração e clarificação de Phillips e Hayman (1970). A determinação da porcentagem de colonização, por sua vez, foi realizada pelo método de interseção de quadrantes de Giovannetti e Mosse (1980).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software Assistat 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2016).

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Avaliações dos parâmetros de crescimento dos porta-enxertos**

De acordo com os dados da Tabela 1 verifica-se que houve interação significativa entre os porta-enxertos e os manejos aplicados para a variável altura.

**Tabela 1:** Análise de variância para a altura dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias de avaliação.

FV	GL	SQ	QM	F
Porta-enxertos	2	152.79433	76.39717	14.0238**
Manejos	4	131.36733	43.78911	8.0381**
Int. P. enxertos x Manejos	6	156.69767	26.11628	4.7940**
Tratamentos	11	440.85933	40.07812	7.3569**
Resíduo	48	261.48800	5.44767	
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>702.34733</b>		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ) FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = teste F.

Entre os porta-enxertos o Limão Cravo e Citrumelo Swingle apresentaram maior altura para o manejo com adubação mineral. No tratamento com inoculação de *Glomus clarum*, a maior altura foi obtida pelo Citrumelo Swingle. A altura dos três porta-enxertos não diferiu estatisticamente nos manejos *Glomus etunicatum* e controle. A interação entre os manejos empregados mostrou que a adubação mineral se destacou entre os outros tratamentos, promovendo maior altura das plantas de Limão Cravo (Tabela 2).

**Tabela 2:** Médias da variável altura para os porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.

Porta-enxertos	Manejos			
	Adubação mineral	<i>Glomus clarum</i>	<i>Glomus etunicatum</i>	Controle
Limão Cravo	17.22 aA	7.78 bC	12.06 aB	9.40 aBC
Citrumelo Swingle	13.70 aA	11.92 aA	11.60 aA	10.72 aA
Tangerina Sunki	8.10 bA	7.56 bA	8.80 aA	9.26 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Em relação à variável diâmetro do caule, houve interação significativa entre os porta-enxertos e os manejos empregados (Tabela 3).

**Tabela 3:** Análise de variância para o diâmetro do caule dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Porta enxertos	2	0.09433	0.04717	40.42.86**
Manejos	4	0.05000	0.01667	14.2857**
Int. P. enxertos x Manejos	6	0.02300	0.00383	3.2857**
Tratamentos	11	0.16733	0.01521	13.0390**
Resíduo	48	0.05600	0.00117	
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>0.22333</b>		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ) FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = teste F.

Quanto ao diâmetro do caule, a interação entre os porta-enxertos mostrou que o Limão Cravo e Citrumelo Swingle apresentaram os maiores valores, quando submetidos aos manejos de adubação mineral, *G. clarum* e controle. O Citrumelo Swingle apresentou maior diâmetro quando aplicado o manejo com *Glomus etunicatum*. Considerando a interação entre os tratamentos, a inoculação com *G. etunicatum* foi o que se sobressaiu em comparação aos demais, proporcionando maior diâmetro do caule ao Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki (Tabela 4).

**Tabela 4:** Médias da variável diâmetro do caule para os porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.

Porta-enxertos	Manejos			
	Adubação mineral	<i>Glomus clarum</i>	<i>Glomus etunicatum</i>	Controle
Limão Cravo	0.28 aA	0.30 aA	0.30 bA	0.30 aA
Citrumelo Swingle	0.30 aB	0.30 aB	0.40 aA	0.30 aB
Tangerina Sunki	0.22 bB	0.20 bB	0.30 bA	0.20 bB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Por outro lado, não houve interação significativa em relação em relação ao número de folhas, considerando os porta-enxertos e os manejos aplicados (Tabela 5).

**Tabela 5:** Análise de variância para o número de folhas dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos a diferentes manejos, aos 90 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Porta enxertos	2	28.03333	14.01667	0.8397ns
Manejos	4	1213.93333	202.64444	24.2423 **
Int. P. enxertos x Manejos	6	152.76667	25.46111	1.5254 ns
Tratamentos	11	1394.73333	126.79394	7.5962
Resíduo	48	801.20000	16.69167	
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>2195.93333</b>		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0.01$ ); ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ); FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = teste F.

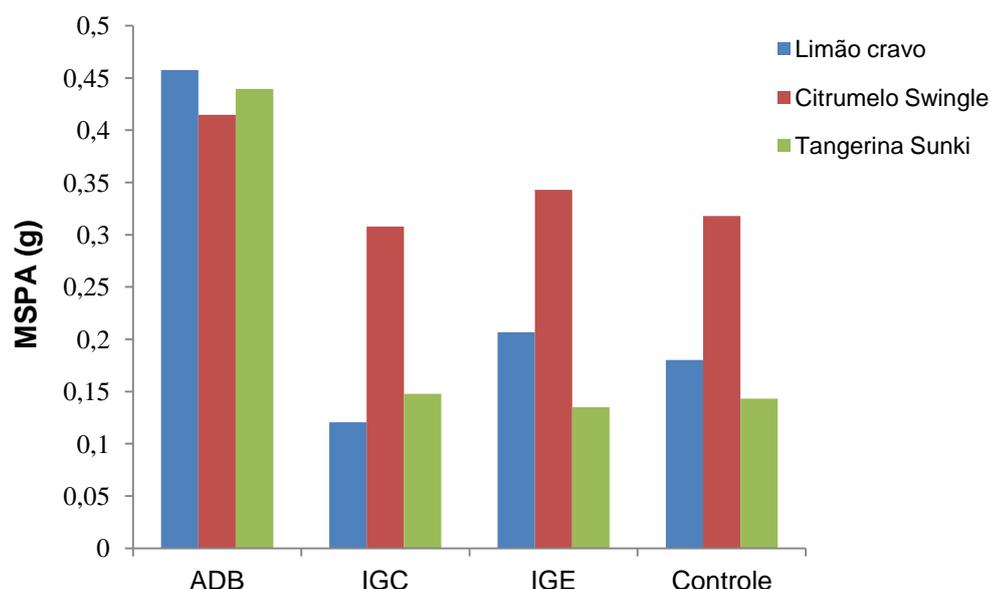
Entretanto, o manejo que proporcionou maior média de número de folhas às plantas foi o de adubação mineral, que diferiu do controle, comparando-se com os demais, que não diferiram (Tabela 6).

**Tabela 6:** Médias do número de folhas proporcionadas pelos diferentes manejos aplicados aos porta-enxertos, aos 90 dias de avaliação.

<b>Manejos</b>	<b>Médias</b>
Adubação mineral	16.80a*
<i>Glomus clarum</i>	6.46b
<i>Glomus etunicatum</i>	5.93b
Controle	6.93b

(\*) Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Em relação à massa seca da parte aérea - MSPA (Figura 3), a adubação mineral foi o manejo que resultou em maiores médias para todos os porta-enxertos. O Citrumelo Swingle foi o porta-enxerto que apresentou os maiores valores de MSPA, considerando os dois manejos com inoculação e o controle.



**Figura 3:** Massa seca da parte aérea dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, considerando os diferentes tratamentos, aos 90 dias.

Quando se avaliou o teor de macro e micronutrientes da parte aérea, observa-se que o Citrumelo Swingle apresentou maiores teores de N e P, o Limão Cravo maiores valores de Ca e Mg e a Tangerina Sunki obteve concentrações maiores de S. Não houve diferença significativa entre os porta-enxertos em relação ao teor de K (Tabela 7).

**Tabela 7:** Teor de macronutrientes da parte aérea do Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, em função dos diferentes tratamentos, aos 90 dias.

Porta enxertos	Macronutrientes da parte aérea (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Limão Cravo	20.3b	1.4b	53.4a	11.7a	1.6a	1.4c
Citrumelo Swingle	21.2a	1.7a	57.8a	10.8b	1.5b	1.8b
Tangerina Sunki	20.1c	1.2c	54.5a	10.4c	1.3c	1.9a
<b>CV (%)</b>	0,79	1,74	11,68	0,09	0,68	0,56

<sup>(\*)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

O manejo de adubação mineral foi o que proporcionou maiores teores de N, P, Ca e S aos porta- enxertos. Com o tratamento com inoculação de *G. etunicatum* foram verificados maiores valores de K e Mg às plantas, porém, em relação ao K, o controle apresentou resultado intermediário, não diferindo estatisticamente de *G. etunicatum* ou de *G. clarum* (Tabela 8).

**Tabela 8:** Teor de macronutrientes da parte aérea, aos 90 dias, considerado os diferentes tratamentos empregados aos porta-enxertos.

Tratamentos	Macronutrientes (g/kg)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Adubação	21.8a	2.5a	43.6c	14.6a	1.2d	4.5a
Inoculação <i>G. clarum</i>	20.5b	0.9c	54.9b	9.4c	1.5b	0.8c
Inoculação <i>G. etunicatum</i>	20.1c	1.7b	62.6a	10.7b	1.7a	0.9b
Controle	19.8d	0.8d	59.8ab	9.3d	1.4c	0.7d
<b>CV (%)</b>	0,79	1,74	11,68	0,09	0,68	0,56

<sup>(\*)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Em relação aos teores de micronutrientes, o Citrumelo Swingle apresentou maiores médias de B, Cu e Fe, e a Tangerina Sunki obteve maiores quantidades de Mn e Zn (Tabela 9).

**Tabela 9:** Teor de micronutrientes da parte aérea do Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, em função dos diferentes tratamentos, aos 90 dias.

Porta enxertos	Micronutrientes da parte aérea (g/kg)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Limão Cravo	9.0b	14.5b	628.2c	58.4b	66.2b
Citrumelo Swingle	11.0a	18.0a	951.2a	46.2c	46.2c
Tangerina Sunki	9.0b	10.7c	755.0b	77.0a	77.0a
<b>CV (%)</b>	1,03	2,20	0,01	1,71	0,16

<sup>(\*)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

Considerando os manejos aplicados, o de adubação mineral proporcionou os maiores valores de todos os micronutrientes avaliados (B, Cu, Fe, Mn e Zn), sendo que a inoculação com *G. clarum* demonstrou o segundo maior valor de teor de Cu, Mn e Zn (Tabela 10).

**Tabela 10:** Teor de micronutrientes da parte aérea, aos 90 dias, considerado os diferentes tratamentos empregados aos porta-enxertos.

Tratamentos	Micronutrientes (g/kg)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Adubação	14.3a	25,0a	1810.3a	97.3a	108.6a
Inoculação <i>G. clarum</i>	6.6d	12.6b	383.0d	51.6b	51.3b
Inoculação <i>G. etunicatum</i>	8.0c	9.0d	458.3c	50.2c	49.6c
Controle	9.6b	11.0c	461.0b	43.0d	43.0d
<b>CV (%)</b>	1,03	2,20	0,01	1,71	0,16

(\*) Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5%.

#### 4.2 Avaliação da dependência micorrízica e da colonização dos FMAs nas raízes dos porta-enxertos

Embora a inoculação micorrízica não tenha proporcionado aumentos na maioria das variáveis analisadas, o Limão Cravo apresentou uma dependência micorrízica de 33,11% quando inoculado com o *Glomus clarum* e de 14,88% quando inoculado com *Glomus etunicatum* (Tabela 11). De acordo com a classificação de Habte & Manjunath (1991), estes valores expressam uma dependência micorrízica moderada (25 – 50%) para o *G. clarum* e marginal (<25%) para *G. etunicatum*, enquanto os demais porta-enxertos apresentaram valores de dependência marginal a estes fungos micorrízicos.

**Tabela 11:** Dependência micorrízica dos porta-enxertos, considerando os FMAs *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*.

Porta-enxertos	Controle	%	
		<i>Glomus clarum</i>	<i>Glomus etunicatum</i>
Limão Cravo	0	33,11	14,88
Citrumelo Swingle	0	3,21	7,86
Tangerina Sunki	0	3,22	5,73

Com relação aos dados de colonização dos FMAs nas raízes dos porta-enxertos, verificou-se que, os fungos micorrízicos apresentaram baixa colonização (em torno de 1%) nas raízes. Não havendo interação significativa entre os manejos com FMAs e os porta-enxertos (Tabela 12).

**Tabela 12:** Análise de variância para a colonização micorrízica dos porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki, submetidos à inoculação com *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*, aos 90 dias.

FV	GL	SQ	QM	F
Porta enxertos (P)	2	0.20192	0.10096	2.5161 ns
Micorrizas (M)	1	0.00108	0.00108	0.0269 ns
Int. P. x M	2	0.17192	0.08596	2.1423 ns
Tratamentos	5	0.37492	0.07498	1.8688 ns
Resíduo	24	0.96300	0.04013	
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>1.33792</b>		

ns não significativo ( $p \geq 0.05$ ); FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = teste F.

## 5 DISCUSSÃO

Esse estudo teve por objetivo verificar os efeitos da associação micorrízica de *G. clarum* e *G. etunicatum* na promoção de crescimento de três

porta-enxertos de citros, Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki e comparar com a adubação mineral.

Pelos resultados obtidos foi possível verificar que, praticamente em todos os parâmetros de crescimento avaliados, com exceção do diâmetro do caule e teores de K e Mg, o manejo por meio da utilização de fungos micorrízicos não foi satisfatório, sendo o manejo por meio de adubação mineral o que mais promoveu o crescimento das plantas. Melloni et al. (2000) verificaram resultados parcialmente semelhantes a este, quando trabalharam com *G. etunicatum* e *G. intraradices* para o porta-enxerto Limão Cravo, cultivado em substratos com diferentes doses de fósforo. Os autores constataram que *G. etunicatum* não foi eficiente em promover o crescimento das plantas, não diferindo do controle. No entanto, os autores demonstraram que o limão cravo dependeu da micorrização com *G. intraradices* para alcançar maior altura, diâmetro do caule e matéria seca da parte aérea. Assim como Hippler e Moreira (2013), que demonstraram em sua pesquisa que a inoculação com *G. clarum* foi ineficiente em promover o crescimento das plantas de amendoimzeiro.

De forma similar, Camili et al. (2012) constataram que a inoculação com FMAs não teve efeito significativo no desenvolvimento de mudas de melancia nas condições estudadas, onde os tratamentos com adição de P, após dez dias da semeadura, com ou sem inoculação, propiciaram maior altura e acúmulo da massa fresca e seca da parte aérea e radicular, aos 30 dias.

Por outro lado, diversas pesquisas já relataram os benefícios dos FMAs para o crescimento de plantas. Neste sentido, Soares et al. (2012), em estudo com jenipapeiro, mostrou que esta cultura respondeu a associação micorrízica, com *G. etunicatum*, *Acaulospora scrobiculata* e *G. clarum*, promovendo crescimento e absorção de nutrientes.

Quanto aos teores de macro e micronutrientes contidos nos porta-enxertos, verifica-se que os maiores valores foram obtidos no tratamento com adubação mineral, seguida, em alguns nutrientes, por valores obtidos a partir dos manejos com inoculação com *G. clarum* e *G. etunicatum*. Fungos micorrízicos, via de regra, proporcionam aumento na taxa de crescimento, bem

como nos teores de Cu, Mg e Zn, elementos pouco móveis no solo (BERBARA, SOUSA E FONSECA, 2006), assemelhando-se ao ocorrido neste estudo, no qual teve os teores destes elementos aumentados quando inoculados com FMAs, apresentando valores superiores ao do controle.

Em relação ao teor de P, no qual os FMAs assumem papel determinante em absorver tal elemento, neste estudo verificaram-se maiores taxas em relação ao manejo com adubação mineral. Porém, após este, os manejos com inoculação destacaram-se do controle, apresentando maiores médias, afirmando o auxílio que estes microrganismos proporcionam às plantas em relação à absorção de P (SABOYA et al., 2012; RITER NETO et al., 2014).

O teor de N, assim como a maioria dos elementos, apresentou maiores quantidades quando utilizado a adubação mineral, seguido dos tratamentos com os fungos micorrízicos, que diferiram, inclusive do tratamento controle. Demonstrando, assim, a capacidade que os FMAs possuem em absorver nutrientes, no caso do N, quando associados às raízes de plantas, sendo muitas vezes absorvido em quantidades superiores às de P (GAMPER et al., 2004).

Embora a inoculação micorrízica não tenha proporcionado aumento de crescimento em todos os parâmetros analisados, o Limão Cravo apresentou uma dependência moderada (33,11%) quando inoculado com o *G. clarum* e dependência marginal (14,88%) quando inoculado com *G. etunicatum*. Entretanto, estes valores permitem afirmar que os porta-enxertos apresentaram baixa dependência micorrízica, e que a fertilidade do substrato foi suficiente para promover o maior crescimento das plantas. Considerando que FMAs beneficiam melhor as espécies quando esses se encontram em substratos com baixos teores de P (SAGGIN JÚNIOR; SIQUEIRA, 1996), este comportamento pode estar relacionado com o nível de fertilidade apresentado pelo substrato no início da produção das mudas, o qual apresentava um considerável teor de P ( $158 \text{ mg/kg}^{-1}$ ), assim como o pH próximo da neutralidade (6,6).

De maneira semelhante, Balota et al. (2011), estudando acerola associada a FMAs e adição de fósforo, comprovaram que a incorporação crescente de P ao solo permitiu o aumento significativo da biomassa das

plantas e diminuiu a colonização radicular e a esporulação de FMAs, sendo que a alta dependência micorrízica deste vegetal ocorreu em solo com baixo nível de P ( $7 \text{ mg/Kg}^{-1}$ ). Assim como Machineski et al. (2011), que observaram maior número de esporos de *G. clarum* no nível de P de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ , e  $60 \text{ mg kg}^{-1}$  para *G. margarita*, favorecendo aumentos de massa seca de mamoneira em níveis mais baixos de fósforo no solo.

Em relação à porcentagem de colonização micorrízica, mesmo constatando que os FMAs colonizaram as raízes dos porta-enxertos, essa associação não foi suficiente para promover o crescimento destas plantas. Deste modo, percebe-se que os fungos micorrízicos não possuem especificidades quanto a hospedeiros, ou seja, uma espécie vegetal pode formar associação micorrízica com as mais diversas espécies de FMAs, porém, os resultados dessa simbiose podem variar de acordo com a interação fungo-solo-planta (CAVALCANTE et al., 2009), que depende da necessidade de absorção de nutrientes pelo hospedeiro e das quantidades disponíveis destes, em especial o P, no solo (HIPPLER e MOREIRA, 2013; SENA et al., 2014), assim como conteúdo de água, pH, salinidade, temperatura, dentre outros fatores do ambiente (MEHROTA, 2005).

Nunes et al. (2006), avaliando a colonização micorrízica de porta-enxertos de citros, verificaram que em níveis mais altos de P a taxa de colonização diminuía para alguns porta-enxertos. Da mesma forma que, em solo não adubado e com baixo teor de P, os efeitos da micorrização foram mais satisfatórios para mudas de pinheira (COELHO, 2012). Tais resultados podem explicar que a baixa porcentagem de colonização dos fungos micorrízicos nos porta-enxertos, apresentada no respectivo estudo, se deveu à alta quantidade de P existente no substrato.

Os dados obtidos neste estudo permitem deduzir que cada espécie vegetal pode possuir interações diferentes, quando associada a diversos FMAs, ainda que, submetidos às mesmas condições ambientais. De acordo com Melo et al. (2016), variedades de citros podem afetar a quantidade de FMAs e solubilizadores de P na rizosfera. Segundo os autores, as seis variedades de citros avaliadas em sua pesquisa (Pera D9, Rubi, Pineapple, Pera

D12, Page e Pera C21) foram todas colonizadas pelos fungos micorrízicos, porém, a variedade Page apresentou maior número de glomerosporos e a Pineapple, maior número de unidades formadoras de colônia (UFC/mL) dos fungos totais.

Apesar de, neste estudo, os resultados mostrarem que os porta-enxertos não foram dependentes dos fungos micorrízicos, e sim da fertilidade do substrato, várias pesquisas já evidenciaram que há relevante compatibilidade dos citros em associarem-se aos FMAs (MELLONI et al., 2000; DECARLOS NETO et al., 2002; NUNES et al., 2006).

Diante disso, pode-se dizer que a fertilidade do substrato a ser utilizada, principalmente, com relação ao elemento fósforo, deve ser um fator importante a ser considerado quando se pretende estudar a dependência micorrízica das espécies vegetais, visto que sua quantidade máxima ou mínima tem influência proporcionalmente inversa à micorrização.

## 6 CONCLUSÕES

- a) O melhor manejo para o crescimento dos porta-enxertos foi obtido pela adubação mineral;
- b) Substratos com alto teor de P influenciam a eficiência da micorrização;
- c) Os porta-enxertos Limão Cravo, Citrumelo Swingle e Tangerina Sunki não foram dependentes dos FMAs *Glomus clarum* e *Glomus etunicatum*;
- d) Os maiores teores de nutrientes absorvidos pelos porta-enxertos foram observados no manejo com a adubação mineral. Todavia, os manejos com inoculação de fungos micorrízicos, também, apresentaram efeito positivo de absorção de nutrientes, especialmente de K, Mg, N e P.

## 7 LITERATURA CITADA

ALMEIDA, M. **Caracterização Agrometeorológica do Município de Marabá.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Pará, Marabá, 2007. 118 p.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** Rio de Janeiro: Expressão Popular/AS-PTA, 2012. 400p.

BAGYARAJ, D. J. Ecology of vesicular–arbuscular mycorrhizae. **In:** Arora, D.K., Rai, B., Mukerji, K.G.; Knudsen, G.R. (Eds.) Handbook of applied micology: soil and plant. New York. Marcel Dekker. v.1. p.4–34. 1991.

BALOTA, E. L.; MACHINESKI, O.; STENZEL, N. M. C. Resposta da acerola à inoculação de fungos micorrízicos arbusculares em solo com diferentes níveis de fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 166-175, 2011. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052011000100023&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052011000100023&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 03 Jan. 2017.

BASSANEZI, R. B.; GIMENES-FERNANDES, N.; MASSARI, C. A. **Resultados do levantamento detalhado da morte súbita dos citros na região afetada:** (Relatório). Araraquara: Fundecitrus 9p. 2002.

BERBARA, R. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. **Fungos micorrízicos arbusculares:** muito além da nutrição. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006.

BORGES, A. C. G.; COSTA, V. M. H. M. A evolução do agronegócio citrícola paulista e o perfil da intervenção do Estado. **REVISTA UNIARA**, n.17/18, 2006. Disponível em: <http://www.revistarebram.com/index.php/revistauniara/article/view/270/224>. Acesso em: 15 de Mai. 2017.

BROTMAN, Y.; GUPTA, K.J.; VITERBO, A. Trichoderma. **Current Biology**, v.20, p.R390-R391, 2010.

CAMILI, E. C.; SILVA, A. R. B. da; MULLER, D. H.; FILHO, S. C.; CAMPOS, D. T. da S. Fungos micorrízicos arbusculares e adubação fosfatada no desenvolvimento de mudas de melancia. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR. v. 5, nº.2, p. 47-60, 2012.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.3, p.70-85, 2002. Disponível em: <[http://www.projetovidanocampo.com.br/agroecologia/analise\\_multidimensional\\_da\\_sustentabilidade.pdf](http://www.projetovidanocampo.com.br/agroecologia/analise_multidimensional_da_sustentabilidade.pdf)>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

CASTLE, W. S. Citrus rootstocks. In: Rom RC & Carlson RF (Eds). Rootstocks for fruits crops. New York: John Wiley, p.361-399, 1987.

CAVALCANTE, U. M. T.; GOTO, B. T.; MAIA, L. C. Aspectos da Simbiose Micorrízica Arbuscular. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, vols. 5 e 6, p.180-208, 2009. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/issue/view/26>>. Acesso em: 04 de Jan. 2017

COELHO, I. R.; CAVALCANTE, U. M. T.; CAMPOS, M. A. da S.; SILVA, F. S. B. Uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na promoção do crescimento de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L., Annonaceae). **Acta Bot. Bras.**, Feira de Santana, v. 26, n. 4, p. 933-937, Dec. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-33062012000400022&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062012000400022&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 19 Mai. 2017.

COSTA E. M.; CARVALHO, F.; ESTEVES, J. A.; NÓBREGA, R. S. A.; MOREIRA F. M. S. Resposta da soja a inoculação e co-inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal e bradyrhizobium. Enciclopédia **Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014. Disponível em: <<http://conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/resposta%20da%20soja%20a%20inoculacao.pdf>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

DARTORA, J.; GUIMARÃES, V. F.; MARINI, D.; SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.10, p.1023–1029, 2013. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n10/v17n10a01.pdf>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

DECARLOS NETO, A.; SIQUEIRA, D. L. de; PEREIRA, P. R. G.; ALVAREZ V.; V. H. Crescimento de porta-enxertos de citros em tubetes influenciados por doses de N. **Rev. Bras. Fruticultura**, Jaboticabal-SP, V 24, n 1, p. 199-203, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452002000100043&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452002000100043&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 04 Jan. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo**. Documento nº 3, 1998. 44p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solos. **Manual de métodos de análises químicas de solos**. Embrapa-CNPS. Rio de Janeiro. 1997, 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema de Produção. **Sistema de produção de citros para o Nordeste**. Versão eletrônica, ISSN 1678-8796. 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNordeste/index.htm>>. Acesso em 21 Dez. 2016.

FERREIRA, G. M. dos R.; MELLONI, R.; SILVA, L. F. de O. da; MARTINS, F. B.; GONÇALVES, E. D. Fungos micorrizicos arbusculares no desenvolvimento de mudas de oliveira (*Olea europaea* L.) Cultivadas no sul de minas gerais. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 361-366, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832015000200361&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832015000200361&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 03 Jan. 2017.

FLORES-AYLAS, W. W.; SAGGIN-JUNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Efeito de *Glomus etunicatum* e fósforo no crescimento inicial de espécies arbóreas em semeadura direta. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 257-266, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v38n2/v38n2a13>> Acesso em: 01 de jan. 2017.

FOCHESATO, M. L.; SOUZA, P. V. D.; SCHAFER, G.; MACIEL, H. S. Produção de mudas cítricas em diferentes porta-enxertos e substratos comerciais. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1397-1403, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000500008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000500008&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 May 2017.

GAMPER, H.; PETER, M.; JANSKA, J.; LUSCHER, A.; HARTWIG, U.A. & LEUCHTMANN, A. Arbuscular mycorrhizal fungi benefit from 7 years of free air CO<sub>2</sub> enrichment in wellfertilized grass and legume monocultures. *Global Change Biol.*, 10: p.189-199, 2004.

GARCIA, K. G. V.; GOMES, V. F. F.; ALMEIDA, A. M. M. de; FILHO, P. F. M. Micorrizas arbusculares no crescimento de mudas de sabiá em um substrato

proveniente da mineração de manganês. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal/PB, V. 11, Nº 2, p. 15-20, 2016. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4088>> Acesso em: 28 Dez. 2016.

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

GIMENES-FERNANDES, N.; BASSANEZI, R. B. Doença de causa desconhecida afeta pomares cítricos no norte de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.27, 2001, 93p.

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

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia** - Processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GLIESSMANN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 658 p.

HABTE, M.; MANJUNATH, A. Categories of vesiculararbuscular mycorrhizal dependency of host species. **Mycorrhiza**, Berlin, v.1, n. 1, p. 3-12, 1991.

HIPPLER, F. W. R.; MOREIRA, M. Dependência micorrízica do amendoineiro sob doses de fósforo. **Bragantia**, Campinas , v. 72, n. 2, p. 184-191, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052013000200011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052013000200011&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 04 Jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. v. 29, nº 10. Rio de Janeiro, 2016. 117p.

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

JOLICOEUR, M.; BOUCHARD-MARCHANC, E.; BECARD, G.; PERRIER, M. Regulation of mycorrhizal symbiosis: development of a structured nutritional dual model. **Ecol. Model.**, 158: p.121-142, 2002.

LIMA, K. B.; RITTER NETTO, A. F. R.; MARTINS, M. A.; FREITAS, M. S. M. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fenóis totais de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) inoculadas com fungos micorrízicos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-50982015000400853&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982015000400853&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 de Dez. 2016.

MACHADO, D. F. M.; TAVARES, A. P.; LOPES, S. J.; SILVA, A. C. F. Trichoderma spp. NA EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAMBARÁ (*Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabrera)1. **Rev. Árvore**, Viçosa , v. 39, n. 1, p. 167-176, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622015000100016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622015000100016&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

MACHINESKI, O.; BALOTA, E. L.; SOUZA, R. P. de. Resposta da mamoneira a fungos micorrízicos arbusculares e a níveis de fósforo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1855-1862, 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/7795/9146>>. Acesso em: 30 de Dez. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – MAPA. **Citrus**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/citrus>>. Acesso em 12 de dezembro, 2016.

MEHROTA, V.S. **Mycorrhizas: role and applications**. New Delhi. Allied Publishers. 2005. 355 p.

MELLONI, R.; NOGUEIRA, M. A.; FREIRE, V. F.; CARDOSO, E. J. B. N. Fósforo adicionado e fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição mineral de limoeiro-cravo [*Citrus limonia* (L.) OSBECK]. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa , v. 24, n. 4, p. 767-775, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832000000400009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832000000400009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 Jan. 2017.

MELO, K. G. P.; SILVA, A. R. da S.; YANO-MELO, A. M. Variedades de Citrus podem afetar a comunidade de fungos do solo? **Comunicata Scientiae**, vol. 7, nº 2, p. 167-174, Bom Jesus, 2016. Disponível em: <<https://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/viewFile/1763/394>> Acesso em: 01 de Dez. 2017

MIRANDA, E. M. de; SILVA, E. M. R. da; SAGGIN JUNIOR, O. J. Inoculação micorrízica e adubação fosfatada na produção de mudas de Amendoim Forrageiro. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 240-246, 2016 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902016000200240&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902016000200240&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 27 Dez. 2016.

MOREIRA, F. M. S.; CARVALHO, T. S.; SIQUEIRA, J. O. Effect of fertilizers, lime, and inoculation with rhizobia and mycorrhizal fungi on the growth of four leguminous tree species in a low-fertility soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.46, n.8, p.771-779, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/236991564\\_Effect\\_of\\_fertilizers\\_lime\\_](https://www.researchgate.net/publication/236991564_Effect_of_fertilizers_lime_)

and\_inoculation\_with\_rhizobia\_and\_mycorrhizal\_fungi\_on\_the\_growth\_of\_four\_leguminous\_tree\_species\_in\_a\_low-fertility\_soil>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

NASCIMENTO, J.; MENEZES, K.; QUEIROZ, M.; MELO, A. Crescimento inicial e composição bromatológica de plantas de pronúcia adubadas com fósforo e inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Anim.**, América do Norte, v.17, n.4, p.561-571, 2016. Disponível em: <<http://www.rbspa.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/3306>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. **O retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: CitrusBR, 2010. 71p.

NUNES, M. de S.; SOARES, A. C. F.; SOARES FILHO, W. dos S.; LEDO, C. A. da S. Colonização micorrízica natural de porta-enxertos de citros em campo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 525-528, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2006000300021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 03 Jan. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300021>.

OLIVEIRA, A. S.; SANTOS, M. F.; FERREIRA, R. A.; FITZGERALD BLANK, A.; SILVA-MANN, R. Condicionamento osmótico em sementes de limão 'Volkameriano' (*Citrus volkameriana* Tan. and Pasq.). **SCIENTIA PLENA**. Vol. 10, nº 09, 2014. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/handle/123456789/1573>> Acesso em: 16 maio. 2017.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; RADMANN, E. B. Escarificação química da semente para favorecer a emergência e o crescimento do porta-enxerto Trifoliata. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 41, n. 9, p.1429-1433, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2006000900012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000900012&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 Mai. 2017.

PAULUS, G.; MULLER, A.M.; BARCELLOS, L.A.R. **Agroecologia aplicada: praticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000, 86 p.

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 of several plant species to mycorrhizae in a soil of moderate P-fertility. **Plant and Soil**, n. 70, p. 199-209, 1983.

POMPEU JUNIOR, J. Cuidados no uso do Citrumelo Swingle. **Revista Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v.3, n.13, p.7, 1999.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos para citros. **In:** Rodriguez, O.; Viégas F. C. P. (Eds). *Citricultura Brasileira*. Campinas: Fundação Cargill 1: p. 279-296, 1980.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. **In:** MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. *Citros*. Campinas: IAC; Fundag, cap.4, p. 61- 104, 2005.

POMPEU JUNIOR, J. Porta-enxertos. **In:** MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, P. *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas: Fundag, p. 63-94. 1994.

POMPEU JÚNIOR, J.; SALVA, R.; BLUMER, S. Copas e porta-enxertos nos viveiros de mudas cítricas do Estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, v.25, n.2, p.413-422, 2004.

RHEINHEIMER, D.S., ERNANI, P.R., SANTOS, J.C.P., KAMINSKI, J.; KRUNVALD, L. Influência da micorriza no crescimento de *Trifolium riograndense* e na predição da absorção de fósforo por um modelo mecanístico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 21:191–197, 1997.

RITER NETTO, A.F.; FREITAS, M.S.M.; MARTINS, M.A.; CARVALHO, A.J.C.; VITORAZI FILHO, J.A. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares na bioprodução de fenóis totais e no crescimento de *Passiflora alata* Curtis. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-05722014000100001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722014000100001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 19 Mai. 2017.

ROCHA, F.; MURAOKA, T.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; SCARAMUZZA, J. F. Eficiência de Forrageiras e Efeito da Micorriza na Absorção de Fósforo Menos Disponível do Solo. **Uniciências**, v. 16, n. 1, p. 17-24, 2012. Disponível em: <<http://pgsskroton.com.br/seer/index.php/uniciencias/article/view/530/502>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

SABOYA. R. C. C.; CHAGAS JR, A. F.; MONTEIRO, F. P. DOS R.; SANTOS, G. R.; ERASMO, E. A. L.; CHAGAS, L. F. B. Fungos micorrízicos arbusculares afetando a produção de mudas de pinhão-manso na região sul do Estado de Tocantins, Brasil. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 142-146, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-737X2012000100020&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2012000100020&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 Mai. 2017.

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

SAGGIN-JÚNIOR, O.J; SILVA, E. M. R. **Micorriza arbuscular: papel, funcionamento e aplicação da simbiose**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2006.

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

SENA, J. O. A.; STEFANUTTI, R.; DONHA, R. M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Cinética de absorção com doses de fósforo e fungos micorrízicos arbusculares em *Nicotiana tabacum*. **Científica**, Jaboticabal, v.42, n.3, p.294-298, 2014. Disponível em: <<http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/501/348>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and it's use in the analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res, v. 11, n. 39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522.

SILVA, R. P.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V. Influência de diversos substratos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* DEG). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 23, n. 2, p. 377-381, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452001000200036&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452001000200036&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 16 de Mai. 2017.

SILVA, V. N.; GUZZO, S. D.; LUCON, C. M. M.; HAKAKAVA, R. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.12, p.1609-1618, 2011. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/10527/6717>>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

SOARES FILHO, W. S.; LEDO, C. A. S.; SOUZA, A. S.; PASSOS, O. S.; QUINTELA, M. P.; MATTOS, L. A. Potencial de obtenção de novos porta-enxertos em cruzamentos envolvendo limoeiro 'Cravo', laranjeira 'Azeda', tangerineira 'Sunki' e híbridos de *Poncirus Trifoliata*. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 223-228, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452008000100041&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452008000100041&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Mai. 2017.

SOARES, A. C. F.; SOUSA, C. S.; GARRIDO, M. S.; LIMA, F. S. Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento e nutrição de mudas de jenipapeiro. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 43, nº 1, Fortaleza/CE, 2012.

SOUSA, H.U.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; FERREIRA, E.A. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta enxertos cítricos. **Rev. Bras. Frut.**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 496-499, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n2/a43v24n2.pdf> >. Acesso em: 16 mai. 2017.

STOFFEL, S. C. G.; ARMAS, R. D.; GIACHINI, A. J.; ROSSI, M. J.; GONZALEZ, D.; MEYER, E.; NICOLEITE, C. H.; ROCHA-NICOLEITE, E.; SOARES, C. R. F. S. Micorrizas arbusculares no crescimento de leguminosas arbóreas em substrato contendo rejeito de mineração de carvão. **CERNE**, Lavras, v. 22, n. 2, p. 181-188, 2016.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-77602016000200181&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602016000200181&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 Mai. 2017.