



**UESB**

**PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO  
INOCULADAS COM *TRICHODERMA* SPP.**

**GLEICE VIVIANE NUNES PEREIRA**

**2012**

**GLEICE VIVIANE NUNES PEREIRA**

**PROMOÇÃO DO CRESCIMENTO DE  
MUDAS DE MARACUJAZEIRO  
INOCULADAS COM *TRICHODERMA* SPP.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

*D.Sc.* Quelmo Silva de Novaes

Co-orientadores:

*D.Sc.* Sylvana N. Matsumoto

*D.Sc.* Anselmo Eloy Silveira Viana

VITÓRIA DA CONQUISTA  
BAHIA, BRASIL  
2012

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser minha fonte inesgotável de força, paz e fé;

Aos meus pais Geraldo e Vilma, pelo amor incondicional e apoio infinito;

Ao meu irmão Maykon, pela compreensão e carinho;

Aos familiares e amigos pela confiança e pela torcida;

À Glauce e Ivana pela amizade, sobretudo pela paciência nos meus momentos de aflição;

Ao meu orientador Dr. Quelmo Silva de Novaes, pelo seu apoio, sua orientação qualificada e seus conhecimentos transmitidos;

À professora Dra. Sylvana Naomi Matsumoto pelo apoio e pela colaboração para realização desse trabalho;

À professora Dra. Márcia Costa, pela amizade, dedicação, que mesmo à distância sempre me deu forças e apoio nos momentos em que precisei;

Aos colegas do laboratório de Fitopatologia, Luana e Geraldo, pelo grande apoio na condução do experimento;

Aos colegas do mestrado pelos bons momentos compartilhados, principalmente a Thaisi, Marcela e Augusto;

Aos professores do curso de Pós- Graduação, pelo enriquecimento profissional;

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração Fitotecnia, pela oportunidade da realização do mestrado;

A CAPES pela concessão de bolsa e apoio financeiro;

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, os meus mais sinceros agradecimentos.

“ O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

**Fernando Sabino**

## RESUMO

PEREIRA, G. V. N. **Promoção do crescimento de mudas de maracujazeiro inoculadas com *Trichoderma* spp.** Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, 2012. 68p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)\*.

A obtenção de mudas com alto padrão de qualidade é extremamente importante para estabelecer pomares de maracujazeiros mais produtivos, além disso, mudas que se desenvolvem mais rapidamente, requerem menor tempo de viveiro, acarretando redução dos custos de produção. Objetivou-se com o presente trabalho estudar o efeito de *Trichoderma* spp. como promotores de crescimento de mudas de maracujazeiros submetidas a diferentes métodos de inoculação. O estudo foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no campus de Vitória da Conquista. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 3, sendo três espécies de *Trichoderma* (*T. virens*, *T. longibrachiatum*, *T. harzianum*) e três formas de aplicação (Tratamento de sementes, adição de *Trichoderma* ao substrato e inoculação foliar). Foi adicionado ainda um tratamento sem a aplicação do *Trichoderma*, considerado como testemunha. As avaliações morfológicas, fisiológicas e o teste de colonização endofítica das mudas foram realizadas aos 45 dias após a emergência e os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey a 5 % de probabilidade. A utilização do *Trichoderma* spp. proporcionou maior acúmulo na massa fresca, seca e total da parte aérea e da raiz. Foi observado também um incremento na altura das plantas inoculadas. Houve interação entre as espécies de *Trichoderma* utilizadas e o método de aplicação somente para as variáveis: altura de plantas, massa fresca da parte aérea e massa fresca total. Dentre os parâmetros fisiológicos analisados, houve efeito positivo apenas para o potencial hídrico foliar antemanhã. As três espécies de *Trichoderma* spp. são capazes de colonizar endofiticamente e promove o crescimento em mudas de maracujazeiro amarelo.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, fungos antagonistas, desenvolvimento de plantas.

---

\*Orientador: Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Co-orientadores: Sylvana N. Matsumoto, *D.Sc.*; Anselmo Eloy Silveira Viana, *DSc.* Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

## ABSTRACT

PEREIRA, G. V. N. **Promoting the growth of seedlings of passion flower was inoculated with *Trichoderma* spp.** Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, 2012. 68p. (Dissertation – Master’s Degree in Agronomy, Phytotechny Concentration Area)\*.

The production of plants with high quality is required for maintenance of passion flower orchards more productive, and that plants that develop quickly, requiring less time pond, causing a reduction in production costs. The objective was to study the effect of *Trichoderma* spp. to promote growth of seedlings of passion flower. The study was conducted at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, on the campus of Vitoria da Conquista. Was used a randomized block design with 4 replications in a factorial 3 x 3 with 3 species of *Trichoderma* (*T. virens*, *T. longibrachiatum*, and *T. harzianum*) and 3 forms of application (seed treatment, the addition of *Trichoderma* in the substrate and inoculated leaf). The control treatment was used without applying the *Trichoderma*. The morphological and physiological avaliations and endophytic colonization testing of the seedlings were executed at 45 days after emergence. The data were submitted to Tukey test at 5% probability. The use of *Trichoderma* spp. showed higher accumulation in fresh, dry and total weight of shoot and root. Was also observed an increase in height of inoculated plants. There was interaction between *Trichoderma* species and method of application used, only for plant height, fresh weight of shoot and total fresh weight. Among the physiological parameters analyzed, there was positive effect only for the predawn leaf water potential. The three species of *Trichoderma* spp. were efficient in endophytic colonization and promoted the growth of seedlings of yellow passion flower.

**Key-words:** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, antagonistic fungi, plant development

---

\* Adviser: Quelmo Silva de Novaes, *D.Sc.*, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Co-advisers: Sylvana N. Matsumoto, *D.Sc.* and Anselmo Eloy Silveira Viana, *DSc.*, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Tratamentos utilizados para avaliação do efeito de *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento de mudas de maracujazeiro. Vitória da Conquista-BA, 2012..... 31
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância da altura de plantas(H), diâmetro do colo (D), relação altura /diâmetro (H/D), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da parte radicial (MFR), massa fresca total (MFT), da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicial (MSR), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFPA/MFR), massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSPA/MSR) em função da espécie de *Trichoderma* e do método de aplicação em mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 36
- Tabela 3 - Efeito de espécies de *Trichoderma* e de métodos de aplicação no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 39
- Tabela 4 - Valores médios para massa fresca e seca de raízes de plantas de maracujazeiro tratadas com três espécies de *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012..... 41
- Tabela 5 - Valores médios para massa fresca e seca de raízes de plantas de maracujazeiro tratadas com diferentes métodos de aplicação do *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012..... 41
- Tabela 6 - Valores médios para altura de plantas (cm) de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. associada à três métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 43
- Tabela 7 - Valores médios para massa fresca da parte aérea (g) de plantas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. associada à três métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012..... 45
- Tabela 8 - Valores médios para massa fresca total de plantas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. com diferentes métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 46
- Tabela 9 - Resumo da análise de variância da concentração interna de  $CO_2$  na câmara subestomática ( $C_i$ ) ( $m^{-2}.s^{-1}$   $m^{-2}.s^{-1}$ ), taxa transpiratória (E) ( $\mu mol H_2O m^{-2}.s^{-1}$ ), condutância estomática (Gs) ( $mol.m^{-2}.s^{-1}$ ), fotossíntese líquida (A) ( $m^{-2}.s^{-1}$ ), índice de clorofila (SPAD), eficiência instantânea de transpiração (A/E) e eficiência intrínseca do uso da água

(A/g<sub>s</sub>) encontrada em mudas de maracujazeiro amarelo inoculadas com *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 48

Tabela 10 - Resumo da análise de variância do potencial hídrico foliar antemanhã( $\Psi_{am}$ ) e ao meio dia ( $\Psi_{md}$ ) encontrados em mudas de maracujazeiro amarelo inoculadas com *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 51

Tabela 11 - Efeito de espécies de *Trichoderma* e de métodos de aplicação no potencial hídrico foliar de mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 54

Tabela 12 - Detecção da presença (+) e ausência (-) de *Trichoderma* spp. inoculados em mudas de *Passiflora*, Vitória da Conquista-BA, 2012. .... 55

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Incorporação dos grãos de arroz colonizados com *Trichoderma virens* ao substrato. .... 29
- Figura 2 - Aplicação foliar de *Trichoderma longibrachiatum* em mudas de maracujazeiro. .... 30
- Figura 3 - Análise morfológica das mudas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. (1) medição do diâmetro do colo; (2) pesagem da parte radicial; (3) separação das partes aérea e radicial; (4) pesagem da parte aérea. .... 32

## LISTA DE SÍMBOLOS

A	Fotossíntese líquida
A/E	Eficiência instantânea de transpiração
A/g <sub>s</sub>	Eficiência intrínseca do uso de água
BDA	Batata Dextrose Agar
C <sub>i</sub>	Concentração interna de CO <sub>2</sub> câmara subestomática
D	Diâmetro do colo
E	Taxa transpiratória
G <sub>s</sub>	Condutância estomática
H	Altura da parte aérea
H/D	Relação altura/diâmetro
MFPA	Massa fresca da parte aérea
MFPR	Massa fresca da parte radicial
MFT	Massa fresca total
MSPA	Massa seca da parte aérea
MSPR	Massa seca da parte radicial
MST	Massa seca total
Ψ <sub>am</sub>	Potencial hídrico antemanhã
Ψ <sub>am</sub>	Potencial hídrico determinado ao meio dia
SPAD	Índice de clorofila

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1 Aspectos gerais do maracujazeiro.....	15
2.1.1 Propagação do Maracujazeiro .....	16
2.2 Promoção de crescimento de plantas por microrganismos .....	17
2.3 <i>Trichoderma</i> - Aspectos Gerais .....	20
2.4 Importância do <i>Trichoderma</i> .....	22
2.5 Interação <i>Trichoderma</i> -Planta .....	23
2.6 Métodos de aplicação do <i>Trichoderma</i> .....	25
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1 Produção das mudas.....	27
3.2 Preparo e obtenção dos inóculos de <i>Trichoderma</i> spp.....	27
3.3 Inoculação de <i>Trichoderma</i> spp.....	28
3.3.1 Tratamento de sementes.....	28
3.3.2 Incorporação de grãos de arroz colonizado por <i>Trichoderma</i> spp. ao substrato .....	28
3.3.3 Inoculação foliar.....	29
3.4 Delineamento experimental .....	30
3.5 Avaliação morfológica das mudas .....	31
3.6 Avaliações Fisiológicas .....	33
3.6.1 Análise Fotossintética.....	33
3.6.2 Determinação do potencial hídrico foliar .....	33
3.7 Avaliação da colonização endofítica de <i>Trichoderma</i> nas mudas .....	33
3.8 Análise estatística .....	34
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>35</b>
4.1 Análise Morfológica .....	35
4.2 Avaliações Fisiológicas .....	47
4.2.1 Análise Fotossintética.....	47
4.2.2 Potencial hídrico foliar.....	49
4.3 Colonização Endofítica.....	51

<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os maracujazeiros pertencem à família Passifloraceae que é formada por 18 gêneros, dentre os quais, destaca-se o *Passiflora*. No Brasil, são encontradas mais de 150 espécies de maracujazeiros com propriedades alimentícias, medicinais ou ornamentais (FALEIRO e outros, 2005). A maioria das espécies tem o centro de origem na América Tropical e Subtropical e grande parte delas é nativa do Brasil (OLIVEIRA e RUGGIERO, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, sendo o maracujá-amarelo ou azedo, o mais cultivado, tendo sua produção voltada ao consumo *in natura* e à industrialização. A área cultivada com essa cultura no país evoluiu de 45.327 hectares em 2006, para 50.795, em 2009, o que representa aumento de 12% (IBGE, 2009).

A base da fruticultura moderna está na qualidade das mudas, que podem ser obtidas por meio de programas de multiplicação de matrizes de portas-enxerto e de produção de mudas certificadas (SILVEIRA, 2006). Para a obtenção de pomares de maracujazeiros mais produtivos, é extremamente importante a obtenção de mudas com alto padrão de qualidade, pois estas apresentam melhor desenvolvimento inicial e sobrevivência em campo, e podem ser responsáveis por até 60% do sucesso da atividade. Além disso, mudas que se desenvolvem mais rápido, requerem menor tempo de viveiro, acarretando redução dos custos de produção. A esses fatores, inclui-se a promoção do crescimento induzida por microrganismos benéficos presente no solo.

A promoção de crescimento ocasionada por microrganismos do solo está relacionada com a produção de hormônios vegetais, produção de vitaminas, ou conversão de materiais a uma forma útil para a planta.

Neste contexto o *Trichoderma* spp. pode atuar como bioestimulante do crescimento de plantas, uma vez que esse microrganismo interage com as raízes, promovendo um maior desenvolvimento das mesmas, devido à

secreção de fitohormônios, o que permite uma melhor assimilação de nutrientes e água. Por esta razão, *Trichoderma* spp. apresenta potencial para ser utilizado como promotor do crescimento e desenvolvimento de plantas.

Diante do exposto, torna-se necessário ampliar o conhecimento sobre o potencial de uso agrícola de espécies de *Trichoderma* no desenvolvimento inicial de mudas de maracujazeiro.

Objetivou-se com o presente trabalho estudar o efeito de *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento de mudas de maracujazeiros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais do maracujazeiro

Maracujá é um nome de origem indígena das tribos Tupi e Guarani, e deriva de murukuia, que significa alimento em forma de cuia. O maracujá pertence à família Passifloraceae, da ordem Passiflorales. Essa família é composta por dezoito gêneros, dentre estes, o de maior importância é o *Passiflora*, com cerca de 354 a 500 espécies americanas (JUNQUEIRA e outros, 2005).

No Brasil, a família é representada por apenas dois gêneros: *Dilkea* e *Passiflora*, sendo encontradas 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais 150 são originárias do Brasil (MELLETTI, 1999). Aproximadamente 60 espécies possuem frutos comestíveis e os cultivos comerciais no território nacional baseiam-se principalmente nas espécies *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg (maracujá amarelo ou azedo) e *Passiflora alata* Sims (maracujá doce), responsáveis por 95% da área plantada no país (EMBRAPA, 2006).u

O cultivo do maracujazeiro adquiriu importância no Brasil na década de 70, e desde então vem sendo cultivado como atividade econômica e gerando trabalho e renda em 652 municípios, segundo dados do (IBGE, 2008), variando de 4.020 ha em Capitão Poço, no Pará, a 1,0 ha em outros municípios. Esses municípios estão distribuídos em quase todos os Estados brasileiros, sendo os dez maiores produtores a Bahia, o Espírito Santo, São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará, Sergipe, Pará, Minas Gerais, Goiás e Alagoas (IBGE, 2009).

Vale ressaltar que a área plantada, bem como a localização dos plantios, tem oscilado ao longo dessas três décadas por falta de demanda estável do produto e incidência de doenças de difícil controle, algumas ainda desconhecidas em sua etiologia.

Segundo Neves (2004), a cultura do maracujá possui grande importância sócio-econômica no Brasil, pois seu suco se destaca entre os principais produzidos a partir de frutas tropicais, atraindo constantemente novos investimentos, inclusive estrangeiros, o que contribui para a internacionalização das principais indústrias de extração no país. Ainda neste contexto, o maracujá apresenta características interessantes no que concerne à geração de emprego, por permitir a fixação de mão-de-obra em período prolongado, estabilização do fluxo de renda, uma vez que é colhido por diversas vezes e de forma continuada por safra, e geração de divisas (LEITE e outros, 1994).

O Brasil é o maior produtor da espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, sendo produzidas no ano de 2009, 713.515 t em 50.795 ha. Nesse cenário, o estado da Bahia ocupa posição privilegiada, sendo, desde 1996 o maior produtor da fruta no país, respondendo em média por cerca de 44% da produção nordestina e 21% da brasileira (IBGE, 2009).

Na Bahia essa cultura encontra condições ótimas para seu cultivo, e tem demonstrado ser geralmente rentável. Segundo IBGE (2009), a passicultura baiana é desenvolvida em aproximadamente 23.227 hectares, o que representa 44% da área explorada no Brasil, distribuídos em 26 das 32 microrregiões baianas.

### ***2.1.1 Propagação do Maracujazeiro***

O maracujazeiro pode ser propagado de forma sexuada, por meio de sementes, e assexuada, pela utilização de estaquia, enxertia, alporquia e cultura de tecido *in vitro* (MELETTI, 2000). Apesar dessas opções, a quase totalidade ainda é feita por meio de sementes, o que gera, pela segregação existente, indivíduos diferentes, agravado pelo fato dessa espécie apresentar uma elevada auto-incompatibilidade, sendo, portanto a produção garantida pela polinização cruzada.

A enxertia, é um processo de propagação viável, pois além de permitir perpetuar os melhores clones, possibilita o pleno aproveitamento das vantagens advindas dos porta-enxerto, contribuindo assim para a obtenção de lavouras tecnicamente muito superiores às formadas através de sementes (RUGGIERO, 2000).

Na cultura do maracujazeiro o plantio pode ser realizado em qualquer época do ano, levando-se em consideração a região e a disponibilidade de irrigação. No entanto, é preferível realizá-la em agosto, para que o plantio seja realizado no início das chuvas. Os solos utilizados para o preenchimento dos canteiros ou recipientes deve ser muito bem preparado e adubado, sendo posteriormente fumigado, se possível, visando proteger as mudas contra o ataque de patógenos de solos (LIMA e TRINDADE, 2002).

O plantio no campo deve ser feito quando as mudas alcançarem 15 a 25 cm de altura, até o limite de 30 cm de altura. Qualquer que seja o método utilizado na formação das mudas, elas deverão ir para o campo quando iniciarem a emissão das gavinhas, o que pode ocorrer entre 45 a 70 dias após a semeadura (LIMA e TRINDADE, 2002).

## **2.2 Promoção de crescimento de plantas por microrganismos**

A promoção de crescimento ocasionada por microrganismos do solo ocorre devido à ação de vários fatores, podendo envolver produção de hormônios vegetais, produção de vitaminas, ou conversão de materiais a uma forma útil para a planta, absorção e translocação de minerais e controle de patógenos (MELO, 1996).

O solo, quando se encontra em equilíbrio, é um ambiente habitado por diversos microrganismos que, por sua vez, influenciam na sua fertilidade (STAMFORD e outros, 2005), propiciando diversas transformações químicas, físicas e biológicas, destacando-se processos de

ciclagem de nutrientes, sendo estes de fundamental importância na agricultura (SOTTERO, 2003).

Dentre estes microrganismos, as rizobactérias que participam da promoção de crescimento vegetal possuem o solo como habitat natural, e exercem inúmeros benefícios às plantas (KLOEPPER e SCHROTH, 1978), sendo conhecidas como PGPR (Plant Growth Promotion Rhizobacteria). Estas sofrem influência da raiz e se associam à diversas plantas, podendo manter uma relação não simbiótica com algumas espécies (SOTTERO, 2003).

Outro grupo de microrganismos associados ao crescimento vegetal são os fungos. Os fungos formadores de endomicorrizas são componentes comuns da rizosfera das raízes da maioria das plantas superiores. Esta simbiose, que é do tipo biotrófica mutualística, está amplamente distribuída no reino vegetal (DODD, 2000). Os fungos micorrízicos ocorrem em 83% das plantas dicotiledôneas, em 79% das monocotiledôneas e em todas as Gimnospermas, não alterando o aspecto externo da raiz. Trata-se de uma simbiose praticamente universal, não só pelo grande número de plantas que formam a associação, como também por sua ocorrência em ecossistemas alterados pelo homem (SYLVIA e CHELLEMI, 2002).

Os benefícios dessa simbiose, expressos principalmente como estímulo ao crescimento vegetal, devem-se a fatores nutricionais, principalmente da absorção de nitrogênio, fósforo e potássio. Nesta associação, a planta fornece ao fungo carboidratos procedentes da fotossíntese, proporcionando-lhe, também, um nicho ecológico protegido. Por sua parte, o fungo incrementa a capacidade de absorção de nutrientes minerais do solo, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (AGOSTINE, 2002).

Dentre o grupo dos fungos promotores de desenvolvimento de plantas, tem-se também o *Trichoderma*, o qual atua como bioestimulante do crescimento radicular, pois promove o desenvolvimento de raízes devido à secreção de fitohormônios, o que permite, devido ao incremento da massa

radicular, uma melhor assimilação de nutrientes e água, aumentando a resistência em situações de estresse. Além de facilitar também a solubilização e absorção de nutrientes pelas plantas (HARMAN, 2000; HARMAN e outros, 2004).

Para Harman e outros (2004), a interferência de *Trichoderma* spp. no crescimento de plantas e no aumento de produtividade, ocorre devido a sua capacidade em colonizar as raízes. Segundo Harman (2000), *T. harzianum* foi encontrado colonizando toda a extensão das raízes de plantas de framboesa, em solos com diferentes teores de matéria orgânica. Silvan e Harman (1989) observaram que sementes de milho e algodão, quando tratadas com isolados de *T. harsianum*, apresentaram incremento das raízes em 31% e 60%, respectivamente, quando comparadas com a testemunha. A promoção do crescimento determinada através do peso de massa seca superior à testemunha foi observada por Chang e outros (1986), em feijoeiro (10%), rabanete (8%), tomateiro (37%), pimenteira (42%) e pepineiro (93%), quando se fez o tratamento de solo com suspensão de conídios de *T. harsianum*. Também foram encontrados resultados positivos por Inbar e outros (1994), em tratamento de solo com isolado de *T. harzianum*, nos quais o pepineiro e pimenteira tiveram aumento significativo quanto à altura das plantas em 24% e 17%, e peso de massa seca em 25% e 29%, respectivamente.

Resende e outros (2004), verificaram maior acúmulo de matéria seca nas raízes de milho provenientes de sementes inoculadas também com *T. harsianum*. O isolado T-22 de *T. harzianum* promoveu o crescimento em plantas, por meio da sua habilidade em solubilizar muitos nutrientes importantes para a mesma (ALTOMARE e outros, 1999). O isolado T-22 de *T. harzianum* foi efetivo na indução de formação de raízes em tomateiro, promoveu o incremento no comprimento de raízes de soja e milho e o aumento da produtividade de pimentão, tanto quanto um hormônio comercial (HARMAN, 2000).

Altomare e outros (1999), verificaram que a capacidade de um isolado de *T. harzianum* em promover o crescimento de plantas está na sua habilidade em solubilizar nutrientes para a planta. Ethur (2006), cita que no solo os macro e micronutrientes sofrem um equilíbrio dinâmico complexo de solubilização e insolubilização, que é fortemente influenciado pelo pH e pela microflora, os quais afetam a acessibilidade dos nutrientes às plantas.

### **2.3 *Trichoderma*- Aspectos Gerais**

Segundo Ramirez e outros (1995), o gênero *Trichoderma* Persoon foi descrito em 1794 para 4 espécies de fungos e, em 1969, foi monografado por Rifai. De acordo com Melo (1991), as espécies de *Trichoderma* dentro de um mesmo grupo ou secção, apresentam características sobrepostas, o que torna difícil a classificação de isolados. Esse gênero é classificado como um Ascomycetos anamórficos.

*Trichoderma* spp são fungos de ocorrência natural nos solos, especialmente os orgânicos, podendo viver saprofiticamente ou parasitando outros fungos. São fungos mitospóricos, produz conídios em abundância a partir de células conidiogênicas situadas em estruturas denominadas conidióforos, formados diretamente das hifas vegetativas. Em seu estado teleomorfo, quando conhecido, pertencem ao gênero *Hypocrea* da ordem *Hypocreales* MELO (1991).

As espécies desse gênero são caracterizadas por apresentarem colônias de rápido crescimento, que normalmente chegam a atingir de dois a nove centímetros de diâmetro após quatro dias cultivados em meio de cultura. As colônias podem apresentar-se flocosas ou compactadas em tufos. O tamanho e o formato dos conídios podem variar bastante e são de valor taxonômico. É observada nas espécies de *Trichoderma* a existência de clamidósporos, os quais são esporos assexuais originados pela modificação de segmentos da hifa. Os conídios podem ser verdes, amarelos ou em tons

verdes amarelados, e ainda incolores. Os conídios tendem a se agregar em massas, na extremidade de células conidiogênicas (SAMUELS, 1996).

O gênero *Trichoderma* encontra-se entre os agentes de biocontrole de doenças mais estudados no mundo, pois não são fitopatogênicos; estão presentes em praticamente todos os tipos de solos, quando há matéria orgânica; são facilmente isolados, cultivados e multiplicados, e colonizam com eficiência o sistema radicular de diversas plantas (INSTITUTO BIOLÓGICO, 2010).

Espécies de *Trichoderma* podem interagir com os fungos fitopatogênicos de diversas maneiras, tais como antibiose, competição, parasitismo, hipovirulência, predação ou indução de defesa do hospedeiro (GAUCH, 1996). Algumas espécies do gênero também possuem potencial para disponibilizar nutrientes na rizosfera a ponto de reduzir a necessidade de adubação nas culturas (DELGADO e outros, 2010).

Várias espécies de *Trichoderma* possuem um arsenal de mecanismos de ação e produzem substâncias antimicrobianas que garantem um amplo espectro de atividade contra diferentes fitopatógenos, portanto, possuem capacidade de controlar várias doenças. Além disso, algumas linhagens de *Trichoderma* spp. promovem o crescimento de plantas pelo aumento na disponibilidade de nutrientes e produção de hormônios de crescimento.

Os mecanismos utilizados pelas espécies de *Trichoderma* para reconhecer, inibir ou atacar fungos fitopatogênicos ainda não são completamente conhecidos (INSTITUTO BIOLÓGICO, 2010).

## 2.4 Importância do *Trichoderma*

O gênero *Trichoderma* está amplamente distribuído por todo o mundo e ocorre em quase todos os tipos de solos e ambientes naturais, principalmente naqueles que possuem matéria orgânica.

Várias espécies do gênero são também encontradas na rizosfera de muitas plantas. O fato das espécies do gênero se desenvolver em um amplo espectro de substratos e condições ambientais torna este grupo de bastante interesse biotecnológico (ESPOSITO e SILVA, 1998).

Uma característica que se destaca nesse gênero é a capacidade de se associar às raízes de plantas, e essa simbiose ocorre por mecanismos similares aos fungos micorrízicos (BENÍTEZ e outros, 2004). Essa interação se inicia com a colonização da superfície externa das raízes, e pode ser restrita ou ocorrer por todo o rizoplano, seguida da produção de celulasas (AHMAD e BAKER, 1987) e da invasão da primeira ou da segunda camada de células da epiderme pelas hifas, com a produção de hidrofobinas, que são proteínas que permitem a adesão a superfícies hidrofóbicas (KERSHAW e TALBOT, 1998).

Além de serem utilizados em controle de patógenos, os fungos do gênero *Trichoderma* são também utilizados como agentes promotores de crescimento. Esse mecanismo se refere ao desenvolvimento das plantas de forma geral, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento das plântulas, e produção de grãos e frutos. Os nutrientes solubilizados tornam-se disponíveis para absorção pelas raízes, desta forma, reduz-se a necessidade de adubação, fenômeno que vem despertando o interesse para pesquisas (HARMAN, 2000; ALTOMARE e outros, 1999).

O gênero *Trichoderma* destaca-se por apresentar um excelente potencial para aplicação em diversas áreas de interesse agrícola, ambiental e industrial. Portanto, tornam-se necessários mais estudos visando ampliar conhecimento da taxonomia, da definição de espécies, bem como, sobre o

ciclo de vida, formas de reprodução e recombinação entre as espécies, para um melhor aproveitamento do potencial destes fungos nas diversas áreas de interesse (ESPOSITO e SILVA, 1998).

### **2.5 Interação *Trichoderma*-planta**

Os fungos endofíticos são microorganismos que vivem assintomaticamente no interior dos tecidos de suas plantas hospedeiras (SAIKONNEN e outros, 1998). Esses fungos são diversos, principalmente nas regiões tropicais, e ocorrem em todas as espécies vegetais estudadas. Além disso, o número e a composição de espécies endofíticas variam de acordo com a idade do tecido vegetal, estação do ano e localização geográfica. Recentemente, muitos pesquisadores têm reconhecido que estes microorganismos podem ter um papel importante na mediação das interações planta-herbívoros, planta-patógenos e planta-ambiente, uma vez que esses endofíticos podem produzir substâncias (por exemplo, substâncias secundárias), que conferem resistência à planta hospedeira contra herbívoros (SAIKONNEN e outros, 1998), patógenos (CLAY, 2004) e as condições inóspitas do ambiente (RODRIGUEZ e outros, 2004).

Grande número das espécies fúngicas vive associado aos vegetais, seja na superfície, no interior dos tecidos, ou na rizosfera, estabelecendo interações que podem variar do mutualismo ao parasitismo, e, acredita-se que todas as espécies de plantas que vivem em ecossistemas naturais estabelecem algum tipo de associação simbiótica com fungos (RODRIGUEZ e outros, 2004). Nas relações mutualísticas, os fungos podem conferir diversos benefícios à planta, como tolerância a seca, tolerância a metais pesados, resistência a doenças, promoção de crescimento e aumento na aquisição de nutrientes (READ, 1999).

A capacidade de formar associações com fungos e outros microorganismos é uma das estratégias mais bem sucedidas que as plantas

adotaram para adaptação às adversidades do ambiente terrestre. Em alguns casos, algumas espécies de plantas não são capazes de superar estresses de ambientes naturais na ausência desses simbioss (REDMAN e outros, 2002).

Além dos fungos micorrízicos, a rizosfera também abriga outros fungos benéficos às plantas, os quais contribuem de diferentes maneiras, em geral sinérgicas, para a proteção, nutrição e desenvolvimento das mesmas. Entretanto, os benefícios desses fungos foram reconhecidos há muito menos tempo que os das micorrizas, e por isso pouco se conhece sobre a interação desses fungos com as plantas (HARVEY e outros, 2002).

É sabido que uma grande variedade de espécies fúngicas é capaz de atuar como agente de controle biológico de fitopatógenos, sendo que os fungos do gênero *Trichoderma* apresentam grande destaque nessa função (WHIPPS e LUMSDEN, 2001). *Trichoderma* exibe também outras formas de contribuir com o desenvolvimento e saúde da planta, pois, também é capaz de promover crescimento vegetal, induzir respostas de defesa, e atuar como biorremediadores (HARMAN, 2006).

A interação *Trichoderma*-planta geralmente se dá na região das raízes e pode ocorrer em diferentes níveis. Algumas linhagens são capazes de colonizar apenas regiões específicas das raízes, enquanto que outras denominadas rizosfera-competentes colonizam toda a superfície radicular, penetram no espaço intercelular das primeiras camadas da epiderme e permanecem em associação com as raízes por longos períodos, várias semanas ou meses (METCALF e WILSON, 2001).

As linhagens mais eficazes no controle biológico e promoção de crescimento são aquelas capazes de estabelecer interações duradouras com a planta, como as rizosfera-competentes e endofíticas, pois os efeitos perduram por todo ou grande parte do ciclo de vida da planta (HARMAN, 2000).

O passo mais crítico para o estabelecimento de uma interação simbiótica *Trichoderma*-planta consiste na colonização radicular e infecção

das camadas externas do córtex (HARMAN e SHORESH, 2007). A penetração no tecido radicular frequentemente se limita à primeira ou segunda camada de células, e pode ocorrer por infecção direta (YEDIDIA, BENHAMOU e CHET, 2000) ou de forma semelhante ao micoparasitismo, via formação de estruturas semelhantes ao apressório na superfície das raízes e enrolamento nos pêlos radiculares (CHET, HARMAN e BEKER, 1981).

A partir desse momento uma zona de interação química é estabelecida, onde a planta e fungo se comunicam por meio da troca de moléculas bioativas. Metabólitos produzidos pelo fungo induzem o espessamento das paredes celulares vegetais e a produção de compostos fenólicos, limitando o crescimento do fungo à área de infecção, impedindo que este se torne patogênico à planta (HARMAN e SHORESH, 2007).

Essas mudanças no metabolismo geralmente beneficiam a planta, pois podem envolver, entre outras, a ativação de vias que levam à indução de resistência localizada e ou sistêmica (YEDIDIA e outros, 2000).

As interações plantas e microrganismos são de extremo interesse para humanidade, uma vez que uma parte da economia mundial tem por base a utilização de espécies vegetais (BARBIERE e CARVALHO, 2001). Dessa forma, a contribuição de alguns fungos para o ciclo de nutrientes, desenvolvimento e saúde da planta ressalta a importância de se conhecer melhor esses microrganismos e explorar suas características benéficas em interações com as plantas.

## **2.6 Métodos de aplicação do *Trichoderma***

A aplicação do *Trichoderma* pode ser feita de diversas maneiras, às quais dependerão da cultura e do objetivo que se deseja alcançar. Na produção de mudas de hortaliças e de ornamentais, visando reduzir a incidência de patógenos, o fungo pode ser misturado ao substrato momentos antes do plantio (BETTIOL e outros, 2008). Em canteiros o fungo pode ser

incorporado ao solo ou aplicado por pulverização ou rega durante o preparo da área de plantio (VALDENITO-SANHUEZA, 1991), no tratamento de sementes ou aplicado via pulverização no sulco de semeadura em grandes áreas (LOBO JR. e outros, 2005).

Resultados obtidos na cultura da batata são surpreendentes na medida em que a utilização do *Trichoderma*, aplicado no sulco do plantio e no momento da amontoa, incrementou em mais de 20% a produtividade. Além disso, verificou-se melhoria na qualidade dos tubérculos pela redução de manchas ocasionadas pela rizoctoniose e sarna comum. A adição de *Trichoderma* no substrato para a produção de mudas de eucalipto forneceu resultados animadores. O fungo promoveu maior desenvolvimento e melhor sanidade do sistema radicular das plantas, tornando-as mais vigorosas e menos sensíveis ao estresse ocasionado pelo transplantio no campo. Resultados semelhantes foram obtidos com o tratamento de substrato para produção de mudas de café, onde foi observado um significativo desenvolvimento das plantas (POMELLA e RIBEIRO, 2009).

Menezes (1992), avaliando o efeito antagônico via tratamento de sementes de feijão e de soja com espécies de *Trichoderma* no controle de *Macrophomina phaseolona*, verificou que os antagonistas promoveram melhor germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas de feijão, e maior índice de velocidade de germinação em plantas de soja.

Tem sido observado, em condições de campo, que a aplicação do fungo antagonista *Trichoderma* no substrato das mudas reflete em maior desenvolvimento da raiz pivotante e de radículas, maior enfolhamento da parte aérea das mudas, com coloração verde mais intensa das folhas (PRATES e outros, 2006). Fortes e outros (2007), utilizando *Trichoderma* inoculado ao substrato obtiveram aumento significativo no enraizamento de microestacas de *Eucalyptus* sp., com aumento de 33,48% na taxa de enraizamento, quando comparada com à testemunha.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Produção das mudas

As mudas utilizadas neste experimento foram produzidas a partir de sementes certificadas da variedade FB 200, as quais foram semeadas em copos descartáveis de 200 ml contendo substrato comercial Vivatto Plus<sup>®</sup>, sendo semeadas três sementes por copo e mantidas em casa de vegetação, situada na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, BA.

Após as mudas atingirem 5 cm de altura, foi realizado um desbaste deixando apenas uma por recipiente. As mudas foram regadas diariamente com auxílio de um regador até o dia das avaliações, as quais foram realizadas aos 45 dias após a emergência das plantas.

#### 3.2 Preparo e obtenção dos inóculos de *Trichoderma* spp.

Foram utilizadas três espécies de *Trichoderma* (*T. harzianum*, *T. virens* e *T. longibrachiatum*) cedidas pela empresa BIOFUNGI - Controle Biológico, situada em Itabuna, BA. Para preparações dos inóculos, esses microrganismos foram repicados e multiplicados em placas de Petri contendo meio de cultura BDA, das quais, posteriormente, foram transferidos para grãos de arroz.

Os grãos de arroz foram pré-cozidos em água quente por 10 minutos, e posteriormente transferidos para sacos de polipropileno (300 g de arroz/saco) e em seguida autoclavados a 121°C por 20 minutos. Posteriormente o micélio de *Trichoderma* foi inoculado no arroz, o qual foi incubado em B.O.D a temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas por

sete dias. A cada dois dias, o substrato contendo arroz foi revolvido, para facilitar a troca gasosa, quebra dos agregados miceliais e aumento da esporulação. Assim, sete dias após a incubação, o substrato com arroz estava pronto para extração dos conídios.

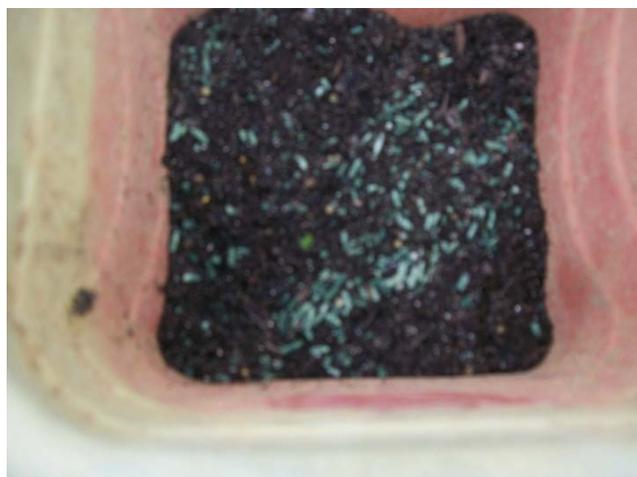
### **3.3 Inoculação de *Trichoderma* spp.**

#### **3.3.1 Tratamento de sementes**

Para a inoculação de *Trichoderma* nas sementes, primeiramente os grãos de arroz colonizados com o fungo, foram triturados em um cadinho, obtendo-se um pó. A quantidade inoculo em *Trichoderma* utilizada foi de 0,5% do peso das sementes acrescido de 1% de água destilada também em relação ao peso das sementes. O tratamento foi feito com a adição do inóculo em pó a água a um béquer contendo as sementes, onde em seguida foi homogeneizado.

#### **3.3.2 Incorporação de grãos de arroz colonizado por *Trichoderma* spp. ao substrato**

Primeiramente, com auxílio de uma câmara de Neubauer, foi quantificada a média de esporos de *Trichoderma* presente em um grama de arroz colonizado pelo fungo. Em seguida o arroz contendo as espécies de *Trichoderma*, foi adicionado, separadamente, ao substrato em uma concentração de 1% (Figura 1).



**Figura 1 - Incorporação dos grãos de arroz colonizados com *Trichoderma virens* ao substrato.**

### ***3.3.3 Inoculação foliar***

Os grãos de arroz colonizados por *Trichoderma* spp. foram lavados com água destilada. Em seguida com o auxílio de uma câmara de Neubauer, foi calibrada uma solução contendo  $1 \times 10^8$  esporos.mL<sup>-1</sup>.

A inoculação ocorreu em duas aplicações, sendo a primeira realizada após a formação do primeiro par de folhas e a segunda foi realizada aos 15 dias após a primeira aplicação. Para a inoculação, foram utilizados 100 mL por repetição da solução calibrada com  $1 \times 10^8$  esporos.mL<sup>-1</sup>. Durante as aplicações foram tomados os devidos cuidados para que a aplicação do fungo incidisse somente na área foliar da planta (Figura 2).



**Figura 2 - Aplicação foliar de *Trichoderma longibrachiatum* em mudas de maracujazeiro.**

### **3.4 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3, com três espécies de *Trichoderma* (*T. virens*, *T. longibrachiatum*, *T. harzianum*) e três métodos de aplicação (tratamento de sementes, adição do *Trichoderma* ao substrato, e inoculação foliar), com quatro repetições. Foi adicionado ainda ao experimento, um tratamento sem aplicação do *Trichoderma*, considerado como testemunha (Tabela 1), perfazendo um total de 40 parcelas. Cada parcela experimental foi composta por 10 plantas, totalizando 400 plantas.

**Tabela 1 - Tratamentos utilizados para avaliação do efeito de *Trichoderma* spp. como promotor de crescimento de mudas de maracujazeiro. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Tratamentos
<i>Trichoderma harzianum</i> x Tratamento de sementes
<i>T. harzianum</i> x Grão de arroz
<i>T. harzianum</i> x Aplicação foliar
<i>T. virens</i> x Tratamento de sementes
<i>T. virens</i> x Grão de arroz
<i>T. virens</i> x Aplicação foliar
<i>T. longibrachiatum</i> x Tratamento de sementes
<i>T. longibrachiatum</i> x Grão de arroz
<i>T. longibrachiatum</i> x Aplicação foliar
Testemunha

### **3.5 Avaliação morfológica das mudas**

A avaliação morfológica das mudas foi realizada aos 45 dias após a emergência. As mudas foram levadas para o Laboratório de Fitopatologia da UESB, onde tiveram o sistema radicular lavado, e foram mantidas sob jornais aproximadamente por 24 horas para o escoamento da água superficial.

As medidas de altura da parte aérea foram tomadas a partir do nível do substrato até o ápice da planta, utilizando régua milimetrada. O diâmetro do colo foi medido no nível do substrato utilizando um paquímetro digital. O peso de matéria fresca (raiz e parte aérea) foi obtido utilizando balança analítica com precisão de 0,01g. As determinações dos pesos de matéria seca foram efetuadas após as amostras passarem por estufa de circulação de ar forçada à 75°C por 24 horas.

Os parâmetros morfológicos e as relações avaliadas foram: altura da parte aérea (H); diâmetro do colo (D); relação altura/diâmetro (H/D); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa fresca da parte radicial (MFPR); massa fresca total (MFT); massa seca da parte aérea (MSPA); massa seca da parte radicial (MSPR); massa seca total (MST); relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial; relação massa seca parte aérea/massa seca radicial (Figura 3).



**Figura 3 - Análise morfológica das mudas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. (1) medição do diâmetro do colo; (2) pesagem da parte radicial; (3) separação das partes aérea e radicial; (4) pesagem da parte aérea.**

### **3.6 Avaliações Fisiológicas**

#### ***3.6.1 Análise Fotossintética***

As avaliações dos parâmetros fotossintéticos foram realizadas aos 45 dias após a emergência. As mudas foram levadas para o laboratório no período da tarde no dia anterior às avaliações.

Por meio de um analisador de gases no infra-vermelho (IRGA) LCPro, ADC, Inglaterra, UK, em sistema aberto, foram avaliados os parâmetros de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), taxa transpiratória (E), concentração interna de CO<sub>2</sub> câmara subestomática (Ci), índice de clorofila (SPAD), eficiência instantânea de transpiração (A/E) e eficiência intrínseca do uso de água (A/g<sub>s</sub>).

Foram utilizadas duas plantas por parcela e as medidas foram tomadas na primeira folha totalmente expandida, no horário entre as 8:30h às 11:30h, com o analisador calibrado com ar referencial na concentração de 360 ppm de CO<sub>2</sub>, proveniente da atmosfera externa, captado por meio de uma mangueira e conectado ao IRGA. As medições foram efetuadas com irradiância de 600 μmol de fótons m<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>.

#### ***3.6.2 Determinação do potencial hídrico foliar***

A determinação do potencial hídrico foliar, foi realizado na câmara de pressão (modelo 1000, PMS Instruments Co, USA), regulada em 12,5 bares em 10 segundos e pressão no manômetro de 600 bares, sendo avaliadas uma planta por tratamento, em delineamento casualizado, com avaliações realizadas das 4:00h às 5:30h e a segunda avaliação de 11:00h às 12:00h. Para facilitar as leituras, as mudas tiveram parte do caule cortado, onde a planta foi colocada com todas as suas folhas dentro da câmara de pressão.

### **3.7 Avaliação da colonização endofítica de *Trichoderma* nas mudas**

De cada tratamento, a partir dos 45 dias foram utilizadas duas mudas objetivando avaliar a colonização dos fungos nos tecidos vegetais. Estas mudas foram lavadas em água corrente sem ferí-las. Em seguida foi feita uma desinfestação superficial, como descrita a seguir: duas imersões em água esterilizada por 30 segundos, seguida de solução de álcool 70% por um minuto, hipoclorito de sódio a 2% por quatro minutos, novamente em solução de álcool 70% por mais 30 segundos e mais três vezes em água destilada por um minuto, conforme utilizado por Pimentel e outros (2006).

Foram utilizados quatro pedaços de cada parte da planta obtidas da seguinte maneira: discos de 5 mm de folhas, caule e raiz. Os materiais foram plaqueados de acordo cada parte da planta e de cada tratamento. Em seguida foram colocados em BDA e incubados em B.O.D à temperatura de 25°C com fotoperíodo de 12 horas durante cinco dias. Após esse período, com auxílio de microscópio estereoscópico, foi verificada se houve o reisolamento das espécies de *Trichoderma* nas diferentes amostras coletadas para análise das mudas.

### **3.8 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos á análise de variância pelo teste F e aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG, versão 9.1.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Análise Morfológica**

O resumo da análise de variância para as características altura de plantas, diâmetro do colo, relação altura/diâmetro, massa fresca da parte aérea, massa fresca da parte radicial, massa fresca total, massa seca da parte aérea, massa seca radicial, massa seca total, relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial, massa seca da parte aérea/massa seca radicial e seus respectivos coeficientes de variação estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2 - Resumo da análise de variância da altura de plantas(H), diâmetro do colo (D), relação altura /diâmetro (H/D), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da parte radicial (MFR), massa fresca total (MFT), da massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicial (MSR), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial (MFPA/MFR), massa seca da parte aérea/massa seca radicial (MSPA/MSR) em função da espécie de *Trichoderma* e do método de aplicação em mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Fonte de variação	GL	Quadrado médio do resíduo										
		H	D	H/D	MFPA	MFR	MFT	MSPA	MSR	MST	MFPA/MFR	MSPA/MSR
Espécie de <i>Trichoderma</i>	2	2,592*	0,050	0,248	69,281*	1,138*	88,108*	3,572	0,155*	4,241	0,281	0,038
Método de Aplicação	2	1,016	0,091	2,108	80,078*	2,370*	109,920*	3,710	0,290*	4,741	3,256	0,181
Esp* Mét	4	4,462*	0,055	0,810	51,208*	0,676	62,207*	1,200	0,082	1,923	1,035	0,296
Testemunha	1	255,573*	37,291**	0,064	209,535*	1650,68*	8,900	11,312*	380,58**	14778,29*	48,128**	5,824*
Tratamento	9	4,900*	0,076	1,160	69,488*	2,375*	89,487*	2,529	0,180*	3,594	1,563	0,214
Bloco	3	5,342*	0,125*	0,457	22,725*	0,052*	21,348	10,005*	0,011	12,031*	13,559**	3,845*
Resíduo	27	1,421	0,040	1,021	11,010	0,294	14,534	1,825	0,038	1,75	1,559	1,032
CV%		7,341	8,105	15,009	23,127	1,3209	17,187	23,404	15,677	18,709	14,340	22,170

\*Significativo (p<0,05).

Observou-se que para altura de plantas, massa fresca da parte aérea, massa fresca total, massa fresca e seca de raízes houve efeito para as espécies de *Trichoderma* utilizadas (Tabela 2). Para massa fresca da parte aérea, massa fresca total, massa fresca e seca de raízes, houve efeito também para os métodos de aplicação do fungo. A interação entre as espécies de *Trichoderma* e os métodos de aplicação foi verificada para altura de plantas, massa fresca da parte aérea, e massa fresca total. Para o contraste entre a média dos tratamentos de plantas inoculadas com o fungo e a testemunha não foi verificado efeito apenas para a relação entre altura/diâmetro e massa fresca total, indicando o marcante efeito de *Trichoderma* sobre o crescimento dos maracujazeiros. O efeito de bloco foi verificado para a maioria dos parâmetros, a exceção para a relação entre altura/diâmetro, massa fresca total e massa seca das raízes. Tal fato reflete a importância das condições ambientais para o crescimento inicial das plantas de maracujazeiro amarelo quando associadas à *Trichoderma* spp. Segundo Gomes e Paiva (2004), a massa seca da parte aérea indica a rusticidade das mudas e a massa seca das raízes determina sobrevivência e crescimento inicial em campo. Desse modo, levando em consideração o relato descrito pelo referido autor acima e os resultados evidenciados no presente trabalho, as mudas de maracujazeiro apresentam rusticidade e maiores chances de sobrevivência quando implantadas em campo.

Os efeitos do *Trichoderma* verificados no presente estudo foram semelhantes às observações realizadas por Harman e outros (1989), em que plantas de milho oriundas de sementes inoculadas com *Trichoderma harzianum* elevaram seu crescimento. Também Lynck (1992), trabalhando com alface, e Menezes (1992), com pimentão, verificaram efeito positivo no crescimento das plantas oriundas de sementes inoculadas com *Trichoderma harzianum*.

Entretanto os resultados encontrados neste trabalho diferem dos encontrados por Resende e outros (2004), onde pesquisadores trabalhando com sementes de milho inoculadas com *Trichoderma harzianum*, não

obtiveram resultados significativos para altura de plantas e aumento de massa fresca da parte aérea. Os resultados encontrados no presente trabalho reforçam os obtidos por Cassiolo (1995), em que o referido autor observou efeito benéfico do *Trichoderma harzianum*, por ter promovido o crescimento em plantas de alface. Paulitez (1990), relatou inoculação com *Trichoderma harzianum*, em sementes de pepino, a qual promoveu aumento no peso de matéria seca das plântulas.

Yedidia e outros (2001), em experimentos realizados também em casa de vegetação, verificaram um aumento no vigor e desenvolvimento de plantas de pepino.

Como pode ser observado, na Tabela 3 estão apresentados os valores de médias de altura de plantas (H), diâmetro do colo (D), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca radicial (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca radicial (MSR), massa seca total (MST), relação massa fresca da parte aérea/ massa seca radicial (MFPA/MFR) e relação massa seca da parte aérea/ massa seca radicial (MSPA/MSR) de mudas de maracujazeiro amarelo, tratadas com *Trichoderma* spp. sob três métodos de aplicação. Observou-se, que em todos os contrastes entre a testemunha e a média das plantas associadas ao fungo, valores superiores ocorreram para as plantas inoculadas com *Trichoderma* spp. à exceção para a relação massa fresca da parte aérea/massa fresca radicial.

**Tabela 3 - Efeito de espécies de *Trichoderma* e de métodos de aplicação no crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Tratamento	H (cm)	D(mm)	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	<u>MFPA</u> <u>MFR</u> (g)	<u>MSPA</u> <u>MSR</u> (g)
Tratamento de sementes									
<i>T. harzianum</i>	15,64	2,49	20,11	2,27	4,66	1,21	6,86	8,96	4,66
<i>T. virens</i>	17,80	2,5	22,03	2,65	4,46	1,35	7,13	8,72	4,46
<i>T. longibrachiatum</i>	16,60	2,3	18,82	2,21	4,52	1,24	6,52	8,68	4,52
Adição do grão de arroz									
<i>T. harzianum</i>	16,87	2,6	20,12	2,33	4,3	1,31	7,13	8,48	4,3
<i>T. virens</i>	16,40	2,6	23,30	2,94	4,75	1,39	7,97	7,97	4,75
<i>T. longibrachiatum</i>	16,52	2,4	25,69	3,43	4,94	1,61	5,56	9,17	4,94
Aplicação foliar									
<i>T. harzianum</i>	15,45	2,4	14,46	1,80	4,76	1,08	7,11	8,62	4,76
<i>T. virens</i>	15,35	2,7	14,70	1,64	4,29	0,93	8,61	7,48	4,29
<i>T. longibrachiatum</i>	17,62	2,5	24,46	2,60	4,78	1,37	7,95	9,42	4,75
Média	16,47 a	2,5 a	20,41 a	2,43a	4,60 a	1,27 a	7,20 a	8,6 b	4,6 a
Testemunha	14,17 b	2,3b	14,59 b	1,57 b	4,31 b	0,94 b	5,84 b	9,5 a	4,31 b
CV %	7,34	8,09	23,12	23,12	23,15	15,67	18,11	13,99	23,15

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste F à 5% de probabilidade.

A altura de plantas foi superior para plantas inoculadas com *Trichoderma* spp. em relação à testemunha em todos os tratamentos, apresentando um aumento médio de 16% em relação à mesma. A maior média foi obtida, quando se utilizou o *Trichoderma virens* inoculado via tratamento de sementes. Entretanto a menor média foi encontrada, quando utilizou-se o *Trichoderma virens* via inoculação foliar (Tabela 3). Para diâmetro do colo observou-se, que utilizando a espécie *Trichoderma virens* inoculado via foliar, obteve-se a maior média, entretanto quando foi utilizado a espécie *Trichoderma longibrachiatum* via tratamento de sementes, a menor média foi obtida.

Maior acúmulo de massa fresca da parte aérea foi observado para os tratamentos relacionados à presença do *Trichoderma*. Os tratamentos utilizando adição do grão de arroz colonizado ao substrato com *T. longibrachiatum*, inoculação foliar com *T. longibrachiatum* e adição do grão de arroz colonizado com *T. virens*, apresentaram as maiores médias, em relação aos demais, proporcionando um aumento de 76%, 67,64% e 59,7%, respectivamente, em relação à testemunha. Tal fato foi relacionado à maior rusticidade das plantas submetidas aos tratamentos, onde estas poderão apresentar maior taxa de sobrevivência e vigor no desenvolvimento inicial quando implantadas no campo.

Lohmann e outros (2009), trabalhando com efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum* na supressão de doenças e no desenvolvimento de mudas de eucalipto, não encontraram efeito positivo nos parâmetros avaliados, como massa fresca da parte aérea e massa seca das raízes. Por outro lado Carvalho Filho (2008), também trabalhando com mudas clonais de eucalipto, observou um incremento significativo da massa seca das raízes, da parte aérea e da altura das mudas.

Para a variável massa seca da parte aérea a maior média foi obtida quando se usou *T. longibrachiatum* via adição do grão de arroz colonizado adicionado ao substrato, e a menor média foi encontrada quando se utilizou *T. virens* inoculado via foliar.

Para os parâmetros massa fresca e seca da raiz, os valores de médias encontrados em todos os tratamentos, foram maiores que os valores obtidos pela testemunha (Tabela 4 e 5).

**Tabela 4 - Valores médios para massa fresca e seca de raízes de plantas de maracujazeiro tratadas com três espécies de *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Espécies de <i>Trichoderma</i>	Massa fresca de raiz (g)	Massa seca de raiz (g)
<i>Trichoderma harzianum</i>	2,13 B	1,2 B
<i>Trichoderma virens</i>	2,41 AB	1,22 AB
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	2,75 A	1,40 A

Analisando o efeito das espécies de *Trichoderma* utilizadas nos tratamentos, notou-se que o *Trichoderma longibrachiatum* foi superior ao *T. harzianum*, porém não diferiu da espécie *T. virens*. Avaliando o efeito dos métodos de aplicação do *Trichoderma*, o tratamento com adição do grão de arroz colonizado com o fungo, adicionado ao substrato foi superior à inoculação foliar, porém igual ao tratamento de sementes (Tabela 5).

**Tabela 5 - Valores médios para massa fresca e seca de raízes de plantas de maracujazeiro tratadas com diferentes métodos de aplicação do *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Métodos de aplicação do <i>Trichoderma</i>	Massa fresca de raiz (g)	Massa seca de raiz (g)
Tratamento de sementes	2,38 AB	1,27 AB
Adição do grão de arroz	2,90 A	1,44 A
Inoculação foliar	2,01B	1,3 B

Santos (2008), trabalhando com *Trichoderma* como promotor de crescimento em plantas, encontrou maior acúmulo de matéria seca em raízes de maracujazeiro quando as estacas foram tratadas com isolados de *Trichoderma longibrachiatum*, o que corrobora com o presente trabalho.

Adkins (2010), trabalhando com crescimento de tomate inoculados com *Trichoderma*, relatou que o fungo promoveu maior crescimento de plantas, maior acúmulo de massa fresca e seca total.

Carvalho Filho (2008), trabalhando com *Trichoderma* como promotor de crescimento em mudas de eucalipto, em termos de desenvolvimento da parte aérea, o isolado CEN 262 de *Trichoderma harzianum* diferiu de todos os isolados utilizados, produzindo plantas mais robustas, o que resultou em um aumento médio de altura de 43% em relação à testemunha. Estes resultados corroboram com o presente trabalho, onde apesar de ter sido utilizado espécies diferentes (*Trichoderma virens* e *T. longibrachiatum*), estes fungos também foram capazes de promover o crescimento das mudas, proporcionando maior altura das plantas.

Harman (2000), desenvolveu vários experimentos com a cepa T-22 de *Trichoderma harzianum*, cujos resultados relatados indicam que esta cepa é altamente eficiente como promotora de crescimento de raízes em plantas de soja e milho, tendo também proporcionado incremento na produção de frutos de pimentão, comparativamente às testemunhas não tratadas. Essa cepa vem sendo utilizada comercialmente, em vários países, como princípio ativo de inoculantes de efeito biofúngica e promotor de desenvolvimento de plantas. De acordo com Altomare e outros (1999), a promoção de desenvolvimento, pelo menos no caso da cepa T-22, reside na sua capacidade para solubilizar nutrientes importantes para a planta.

Os mecanismos envolvidos no aumento do crescimento induzidos por espécies de *Trichoderma*, aparentemente são o controle de patógenos secundários, que diminuem o crescimento e a atividade das raízes, além da produção de fatores estimulantes de crescimento (BAKER, 1987).

Desse modo, estudos que envolvam diferentes métodos de inoculação de *Trichoderma* podem ser de grande relevância, uma vez que este fator, associado a fatores como material genético, espécies do fungo e condições climáticas da região onde se trabalha, pode interferir na interação entre o *Trichoderma* e as plantas.

Entre as características avaliadas foi observada interação entre as espécies utilizadas e o método de aplicação somente para altura de plantas (H), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca total (MFT). Os resultados obtidos evidenciaram efeito diferenciado das espécies do fungo *Trichoderma* sobre os parâmetros morfológicos avaliados em mudas de maracujazeiro (Tabelas 6, 7 e 8).

**Tabela 6 - Valores médios para altura de plantas (cm) de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. associada à três métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Espécies de <i>Trichoderma</i>	Métodos de Aplicação			Média
	Tratamento de sementes	Adição de grão de arroz	Aplicação foliar	
<i>T.harzianum</i>	15,64 aB	16,87 aA	15,45 aB	15,98
<i>T.virens</i>	17,80 aA	16,40 abA	15,35 bB	16,51
<i>T.longibrachiatum</i>	16,60 aAB	16,52 aA	17,62 aA	16,91
Média	16,68	16,59	16,14	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como pode ser observado na Tabela 6 para a variável altura de plantas, analisando o efeito das espécies de *Trichoderma* utilizadas, dentro de cada método de aplicação, foi observado que houve efeito positivo para a espécie de *Trichoderma virens*, quando inoculada via tratamento de sementes, o qual promoveu um aumento na altura das mudas de maracujazeiro de 13,81% e 7,22% em relação ao *T. harzianum* e *T. longibrachiatum*, respectivamente. Para as espécies *Trichoderma harzianum*

e *T. longibrachiatum*, não foi observado diferença estatística entre os métodos de aplicação utilizados. Entretanto avaliando o efeito do método de aplicação dentro de cada espécie de *Trichoderma* utilizada, observou-se que houve efeito significativo para tratamento de sementes, quando utilizado as espécies *T. virens* e *T. longibrachiatum*. Não houve efeito positivo quando as três espécies de *Trichoderma* foram inoculadas via adição do grão de arroz colonizado ao substrato. Quando a inoculação foi veiculada via foliar, a melhor espécie de *Trichoderma* utilizada foi o *Trichoderma longibrachiatum*.

Os resultados relatados no presente trabalho diferem dos descritos por Carvalho Filho e outros (2008), que ao estudarem o efeito promotor de crescimento por *Trichoderma* spp. em mudas de eucalipto obtiveram resultados mais satisfatórios ao utilizar o isolado CEN 262 de *T. harzianum*.

Romão (2010), estudando o efeito de *Trichoderma virens* com plantas de cana de açúcar, não obteve resultados satisfatórios, uma vez que essa espécie do fungo não foi capaz de promover o crescimento das mesmas. Efeitos positivos no rendimento e desenvolvimento da planta geralmente são mais evidentes quando ela está sob condições de estresse, como a presença de patógenos e/ou pragas (HARMAN e outros, 2004).

Resende (2004) verificou maior acúmulo de matéria seca nas raízes das plantas de milho oriundas de sementes inoculadas com um isolado de *Trichoderma harzianum*. Os resultados apresentados anteriormente demonstram que o uso de *Trichoderma* pode apresentar diferentes respostas quando se trabalha em diferentes regiões com diferentes materiais genéticos. Portanto, torna-se pertinente verificar qual a espécie de *Trichoderma* que apresentam melhores respostas para cada condição de trabalho.

**Tabela 7 - Valores médios para massa fresca da parte aérea (g) de plantas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. associada à três métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Espécies de <i>Trichoderma</i>	Métodos de Aplicação			Média
	Tratamento de sementes	Adição de grão de arroz	Aplicação foliar	
<i>T.harzianum</i>	20,11 aA	20,13 aA	14,47 aB	18,23
<i>T.virens</i>	22,03 aA	23,30 aA	14,70 bB	20,01
<i>T.longibrachiatum</i>	18,82 bA	25,69 aA	24,46 abA	23,00
Média	20,32	23,04	17,87	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Como pode ser observado nas Tabelas 7 e 8, para os parâmetros massa fresca da parte aérea e massa fresca total, não houve efeito significativo entre os métodos de aplicação, quando usada a espécie *Trichoderma harzianum*. No entanto, para a espécie *T. virens*, houve um aumento significativo na massa fresca da parte aérea e massa fresca total, quando aplicada via tratamento de sementes ou adição de grãos de arroz colonizado ao substrato, demonstrando assim que as duas formas de aplicação para esta espécie foi eficiente, de forma que se algum produtor de maracujazeiro, optar por utilizar esta tecnologia em sua propriedade, pode dispor desses dois métodos de aplicação. Cabe salientar que apesar desses dois métodos terem se mostrado eficientes, a inoculação do *Trichoderma* via tratamento de sementes, é mais economicamente viável.

Observando o efeito das espécies de *Trichoderma* sobre os métodos de aplicação, foi verificado resultados significativos apenas quando os fungos foram aplicados via foliar, onde o *T. longibrachiatum* obteve um aumento de massa fresca da parte aérea na ordem de 69% e 66%, em relação às espécies *T. harzianum* e *T. virens*, respectivamente (Tabela 7) e de 66% e 65% na massa fresca total, em relação as mesmas espécies, respectivamente (Tabela 8).

**Tabela 8 - Valores médios para massa fresca total de plantas de maracujazeiro tratadas com *Trichoderma* spp. com diferentes métodos de aplicação. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Espécies de <i>Trichoderma</i>	Métodos de Aplicação			Média
	Tratamento de sementes	Adição de grão de arroz	Aplicação foliar	
<i>T.harzianum</i>	22,38 aA	22,46 aA	16,27 aB	20,37
<i>T.virens</i>	24,68 aA	26,24 aA	16,35 bB	22,42
<i>T.longibrachiatum</i>	21,03 bA	29,12 aA	27,06 abA	25,73
Média	22,69	25,94	19,89	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Alguns autores trabalhando com composição mineral de mudas cítricas com aplicações de *Trichoderma* spp. relataram que obtiveram melhores resultados, quando o *Trichoderma* foi inoculado ao substrato, propiciando às mudas maior comprimento e superfície total de raízes, o que se refletiu em maior absorção de água e nutrientes, e conseqüentemente, maior vigor (PRATES, JÚNIOR e ROSSI, 2007).

Os dados encontrados no presente trabalho corroboram dados obtidos por Menezes (1992), com incremento de peso em plantas de pimentão, para o qual o tratamento de sementes com *Trichoderma* apresentou efeito positivo para o desenvolvimento das plantas.

Segundo Harman (2000), o tratamento de sementes com alguns microrganismos tem sido utilizado, pois, além de proteger as plantas contra fitopatógenos, pode promover o seu crescimento. Esse mecanismo se refere ao desenvolvimento da plantas de forma geral, incluindo os efeitos benéficos na germinação de sementes, emergência e desenvolvimento das plantas e produção de grãos e frutos.

Os resultados encontrados no presente trabalho diferem dos resultados relatados por Santos (2008), no qual não obteve resultados

significativos em mudas de maracujazeiro tratadas com *T. longibrachiatum*, uma vez que este fungo não propiciou maior acúmulo de matéria fresca. A habilidade dos fungos do gênero *Trichoderma* na promoção e desenvolvimento de plantas pode estar relacionada à sua capacidade de associação simbiótica as raízes das plantas, juntamente com sua ação decompositora, disponibilizando nutrientes prontamente absorvíveis pelas plantas, e, ainda, habilidade como agente de controle biológico, inibindo a ação de fitopatógenos, que podem interferir de forma direta no desenvolvimento normal da planta.

Portanto os resultados obtidos neste trabalho corroboram com dados obtidos por diferentes autores, mostrando o grande potencial de uso agrícola desse fungo para o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo.

## **4.2 Avaliações Fisiológicas**

### **4.2.1 Fotossíntese Líquida**

Na tabela 9 estão apresentados os resumos das análises de variância dos parâmetros: concentração interna de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática ( $C_i$ ) ( $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$   $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), taxa transpiratória ( $E$ ) ( $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) ( $\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) ( $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), índice de clorofila (SPAD), eficiência instantânea de transpiração ( $A/E$ ) e eficiência intrínseca do uso de água ( $A/g_s$ ) e seus respectivos coeficientes de variação.

**Tabela 9 - Resumo da análise de variância da concentração interna de  $\text{CO}_2$  na câmara subestomática (Ci) ( $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), taxa transpiratória (E) ( $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática (Gs) ( $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), fotossíntese líquida (A) ( $\text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), índice de clorofila (SPAD), eficiência instantânea de transpiração (A/E) e eficiência intrínseca do uso da água (A/g<sub>s</sub>) encontrada em mudas de maracujazeiro amarelo inoculadas com *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio						
		Ci	E	G <sub>s</sub>	A	SPAD	A/g <sub>s</sub>	A/E
Espécie do <i>Trichoderma</i>	2	113	0,2991	0,268	1,298	5,560	80,842	0,426
Método	2	19,881	0,110	0,259	0,558	2,050	14,976	0,144
Esp x Mét	4	244,652	0,251	0,245	1,663	5,262	189,347	0,744
Testemunha	1	425,034	0,0004	0,0002	2,161	0,981	201,206	1,633
Tratamento	9	178,161	0,171	0,158	1,343	4,139	114,166	0,630
Bloco	3	1800,823**	0,354	0,509	3,825	29,160**	686,154*	1,343*
Resíduo	27	419,795	0,212	0,317	2,448	6,469	157,152	0,394
CV%		7.875	31.163	43.489	28.596	4.961	26.834	16.446

\*Significativo ( $p < 0,05$ ), pelo teste F.

Foi verificado efeito significativo de bloco para as variáveis concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), índice de clorofila (SPAD) e eficiência intrínseca do uso da água (A/g), indicando que as condições ambientais onde ocorreu o experimento não eram homogêneas, o que pode ser verificado pelos altos valores de coeficiente de variação encontrados.

Não foi encontrado efeito significativo para nenhum dos fatores estudados, também não foi verificado efeito positivo entre o contraste do tratamento e à testemunha.

O desempenho das mudas de maracujazeiro para esses parâmetros pode ser explicado pelas condições favoráveis de temperatura e umidade para o desenvolvimento da cultura na região, e disponibilidade de água no substrato em função do molhamento diário com o regador. Os resultados alcançados no presente estudo diferem da maioria dos encontrados na literatura, onde o *Trichoderma* promove benefícios no que diz respeito à fisiologia da planta.

Shoresh e Harman (2008), observaram que a espécie de *T. harzianum* foi capaz de estabelecer relações com as raízes de milho, provocando alterações nas mesmas, o que resultou em maior aumento na taxa fotossintética. Os efeitos do *Trichoderma* evidenciados no presente estudo diferem dos relatados por Gupta e outros (2011), em que plantas de milho submetidas à aplicação de fertilizantes à base de *Trichoderma* elevaram o teor de clorofila, apresentaram melhor assimilação de CO<sub>2</sub>, e foram influenciadas pelo fungo na transpiração e na condutância estomática.

De acordo Kramer e Boyer (1995), a transpiração é o processo mais importante no balanço hídrico da planta, podendo envolver grande volume de água, sendo liberada em sua maioria pelos estômatos. A transpiração em excesso pode comprometer a disponibilidade de água para os processos vitais da planta, principalmente quando se trabalha em situações em que a quantidade de água disponível é reduzida. Segundo Larcher (1995), uma das formas de reduzir a exaustão da água no solo pelas plantas é através da redução da transpiração. A transpiração foliar está diretamente relacionada

ao fluxo hídrico no sistema solo-planta-atmosfera, tendo como fatores determinantes que atuam no controle estomático, a superfície de área foliar total da planta e o déficit de pressão de vapor d'água entre a folha e a atmosfera (ZHANG e outros, 2010).

O índice relativo de clorofila (SPAD) é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, que apresentam relação direta com o potencial de atividade fotossintética das plantas. Esse parâmetro fisiológico é afetado principalmente pelo estado nutricional da planta, especialmente nitrogênio, estando também relacionada com características genótípicas e respondendo de forma diferentes a fatores ambientais, época de leitura em relação ao ciclo fenológico e condições fisiológicas da planta (TAIZ e ZEIGER (2009).

Segundo Rozane (2009), há inúmeros fatores que afetam a leitura SPAD e não somente o nitrogênio, não podendo se desprezar os efeitos da variação genotípica, folha dignósticada e época de amostragem.

Shoreshe Harman (2008),verificaram em seu trabalho aumento na taxa fotossintética e respiratória, em plantas de milho inoculadas com *T. harzianum*, além de ter promovido aumento no crescimento das plantas e indução de resistência. Esse crescimento foi atribuído ao maior acúmulo de amido, metabolismo de carboidratos e fotossíntese, impulsionando o crescimento conferida pela colonização radicular do *Trichoderma*.

#### ***4.2.2 Potencial hídrico foliar***

Por meio da análise de variância foi possível identificar efeito dos tratamentos em análise apenas para o potencial hídrico foliar ante-manhã (Tabela 10).

**Tabela 10 - Resumo da análise de variância do potencial hídrico foliar antemanhã( $\Psi_{am}$ ) e ao meio dia ( $\Psi_{md}$ ) encontrados em mudas de maracujazeiro amarelo inoculadas com *Trichoderma* spp. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

FV	GL	QM	
		$\Psi_{am}$	$\Psi_{md}$
Espécie do <i>Trichoderma</i>	2	13,233ns	0,323ns
Método	2	7,113ns	5,373ns
Mét* Esp	4	3,499ns	2,656ns
Testemunha	1	186,777 *	0,0902ns
Tratamento	9	8,0916ns	2,456ns
Bloco	3	4,890ns	3,288ns
Resíduo	27	5,534	4,537
CV %		58	53

NS não significativo; \*Significativo ( $p < 0,05$ ), pelo teste F.

Foi verificado maior módulo do valor do potencial hídrico foliar determinado no período antemanhã para as mudas de maracujazeiro associadas à *Trichoderma* em relação à testemunha. Quando as avaliações foram realizadas no período compreendido entre 11:00h e 12:00h, o comportamento das mudas de maracujazeiro foi homogêneo, independente da presença ou ausência do *Trichoderma*. Não foi observada interação entre as espécies de *Trichoderma* utilizadas e o método de aplicação.

Esses resultados podem ser atribuídos ao maior crescimento de raízes, e consequente acúmulo de massa fresca da parte aérea, nas mudas inoculadas com o *Trichoderma*. O *Trichoderma* estabelece relações com as raízes, promovendo um maior crescimento das mesmas, devido à maior disponibilidade de nutrientes para a planta Metcalf e Wilson (2001). Para o presente estudo, apesar das raízes das mudas associadas ao *Trichoderma*

apresentarem maior volume, estas não foram capazes de armazenar maior quantidade de água.

O maior valor modular verificado para as plantas associadas ao *Trichoderma* foi relacionado à elevação da síntese de proteínas semelhantes à osmotina, que teriam a capacidade de reduzir a energia cinética das moléculas de água, reduzindo perdas por transpiração (Groppa e outros, 2011). Outros autores constataram também que *Trichoderma spp.* pode atuar na síntese de proteínas, produzindo proteínas osmorreguladoras, capazes de impedir a perda de água pelas plantas em um período de seca (ALFANO e outros, 2007).

A homogeneidade de comportamento entre plantas associadas ao fungo e testemunha quando se avaliou o  $\psi_{md}$ , foi um fato contrário ao efeito do *Trichoderma* em plantas sob restrição hídrica. A inoculação do fungo em plantas de cacaueteiro induziu alterações fisiológicas e estruturais nos órgãos da parte aérea. Entretanto, poucas alterações foram verificadas à nível de fluxo hídrico nas raízes, quando plantas inoculadas foram comparadas à testemunha, sob condição de restrição hídrica (BAILEY e outros, 2007). Alterações na condutância estomática e na fotossíntese líquida, em plantas associadas ao fungo e submetidas à restrição de água retardaram a perda da água estrutural dos tecidos mantendo a turgescência dos tecidos por um período de três dias a mais em relação à plantas não inoculadas (BAE e outros, 2009).

Em pesquisas realizadas por Bailey e outros (2007), com mudas de *Theobroma cacao* inoculadas com *T. hamatum*, foi indicada uma possível ligação entre a proteína aquaporina e a regulação de relações hídricas. Alterações funcionais da aquaporina modificariam o transporte de água através do tonoplasto das células das raízes e como consequência reduziriam a permeabilidade à água e estimulariam a conservação da mesma, durante o período de seca.

Segundo Chacón e outros (2007), plantas de tomateiro inoculadas com *T. harzianum*, tiveram seu sistema radicular colonizado pelo fungo, o

que resultou em maior proliferação de raízes e consequente aumento na massa fresca e na aérea foliar das plantas.

Em observações feitas por Harman e outros (2012), a interação de *Trichoderma* spp. com a planta, ocorre devido mudanças na arquitetura da raiz, aumentando a área de superfície da mesma, devido a colonização pelo fungo, o que consequentemente altera a fisiologia da planta, resultando em inúmeros benefícios como: resistência ao stress hídrico, absorção de fertilizantes nitrogenados, resistência à patógenos e eficiência fotossintética.

De acordo com Bae e outros (2009), plantas de cacau inoculadas com *T. hamatum* e submetidas à stress hídrico, tiveram aumento no crescimento de raízes, aumento no peso fresco e seco de raiz e maior teor de água nas raízes, com ou sem exposição a condições de seca.

Na tabela 11 estão descritos os valores dos contrastes entre a média dos tratamentos e à testemunha. Notou-se que foi verificado maior módulo do valor do potencial hídrico foliar determinado no período antemanhã para as mudas de maracujazeiro associadas à *Trichoderma* em relação à testemunha

**Tabela 11 - Efeito de espécies de *Trichoderma* e de métodos de aplicação no potencial hídrico foliar de mudas de maracujazeiro amarelo. Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Tratamento	$\Psi_{am}$	$\Psi_{md}$
Tratamento de sementes		
<i>T. Harzianum</i>	4,4	3,9
<i>T. virens</i>	3,5	6,7
<i>T. longibrachiatum</i>	4,6	4,8
Adição do grão de arroz		
<i>T. Harzianum</i>	4,8	4,7
<i>T. virens</i>	7,1	5,5
<i>T. longibrachiatum</i>	6,5	4,5
Aplicação foliar		
<i>T. Harzianum</i>	4,3	4,4
<i>T. virens</i>	6,7	4,7
<i>T. longibrachiatum</i>	6,5	5,4
Média	5,38 a	5,00a
Testemunha	3,10 b	5,13 a
CV %	58	53

Outra possível explicação pode ser atribuída ao horário em que o potencial hídrico foliar foi determinado, uma vez que no período antemanhã, os estômatos das plantas ainda estão fechados, impedindo assim a perda de água. No presente estudo não foi encontrado influência do *Trichoderma* em relação à fisiologia das mudas, entretanto o fungo beneficiou-as solubilizando nutrientes através da interação com as raízes, contribuindo assim para um maior desenvolvimento das mesmas, além de conferir maior resistência das mudas à patógenos.

### 4.3 Colonização Endofítica

Os resultados do teste da colonização endofítica realizados em mudas de maracujazeiro aos 50 dias, estão dispostos na tabela 12. Nota-se que as três espécies de *Trichoderma* (*harzianum*, *virens* e *longibrachiatum*), foram capazes de realizarem a colonização em mudas de *Passiflora*.

**Tabela 12 - Detecção da presença (+) e ausência (-) de *Trichoderma* spp. inoculados em mudas de *Passiflora*, Vitória da Conquista-BA, 2012.**

Tratamento	Raiz	Caule	Folha
Tratamento de sementes com <i>Trichoderma harzianum</i>	+	+	+
Adição do grão de arroz colonizado com <i>T. harzianum</i> no substrato	+	+	-
Inoculação foliar com <i>T. harzianum</i>	+	+	-
Tratamento de sementes com <i>T. virens</i>	+	-	-
Adição do grão de arroz colonizado com <i>T. virens</i> no substrato	+	-	-
Inoculação foliar com <i>T. virens</i>	+	+	-
Tratamento de sementes com <i>T. longibrachiatum</i>	+	-	-
Adição do grão de arroz colonizado com <i>T. longibrachiatum</i> no substrato	+	+	-
Inoculação foliar com <i>T. longibrachiatum</i>	-	-	-
Testemunha	-	-	-

Não foi encontrada nenhuma espécie de *Trichoderma* onde o fungo não foi inoculado. Como pode ser observado, o teste de colonização endofítica comprovou que esse microrganismo estabelece suas relações com as raízes, pois a maior parte da colonização foi encontrada nessa região da planta, o que confirma a descrição feita por Metcalf e Wilson (2001), no qual relatou que a interação *Trichoderma*- planta geralmente se dá na região das raízes e pode ocorrer em diferentes níveis.

Existe ainda outra relação, pouco estudada nesse gênero, em que o fungo se estabelece como endófito, ou seja, ele coloniza não só as raízes, mas também outras partes da planta, como descrito para *Trichoderma estromaticum*, o qual foi observado colonizando o sistema vascular de cacau (EVANS, HOLMES e THOMAS, 2003) e cotilédones de cacau e feijão, e para as espécies *T. harzianum*, *T. hamatum* e *T. asperellum*, que colonizam todas as partes da planta de cacau, desde as raízes até as folhas (BAILEY e outros, 2007).

Os resultados encontrados no presente trabalho estão de acordo com os resultados encontrados pelos pesquisadores descritos acima, uma vez que as três espécies de *Trichoderma* inoculados nas mudas de maracujazeiro foram encontradas colonizando o caule das mesmas. Porém estes resultados diferem dos resultados encontrados por Carvalho Filho (2008), no qual trabalhando com aplicação de *Trichoderma* em mudas de eucalipto não encontrou qualquer indício de colonização pelo fungo, em todos os órgãos das mudas clonais de eucalipto, com exceção das raízes.

Fungos do gênero *Trichoderma* têm sido encontrados colonizando, endofiticamente, plantas de diversas famílias botânicas, sem causar doenças, ou auxiliando a planta a controlar patógenos. Souza e outros (2004), isolaram inúmeros fungos endofíticos de plantas tóxicas da Amazônia, *Paulecourea longiflora* Riche e *Strychnos cogens* Bentham, inclusive *Trichoderma*, comprovando atividades biocontroladoras desses isolados endofíticos, contra vários patógenos de plantas. Evans e outros (2003), por outro lado, não obteve sucesso no re-isolamento de espécies de *Trichoderma*

*harzianum* e *T. spirale* de folhas, embora esse fungo tenha sido isolado a partir de galhos e frutos de *Theobroma gilere*. Portanto os isolados de *Trichoderma* com presença endofítica nas raízes e nos caules de mudas de maracujazeiro promovem de alguma forma o crescimento dessas plantas.

## 5 CONCLUSÕES

Todas as espécies de *Trichoderma* testadas promoveram aumento em pelo menos uma das variáveis avaliadas.

*Trichoderma virens* e *T. longibrachiatum* foram superiores a *T. harzianum* em relação à altura de plantas, quando inoculados via tratamento de sementes.

Quando inoculadas via adição de grãos de arroz colonizado ao substrato, todas as espécies de *Trichoderma* testadas, apresentaram comportamento semelhante, em relação às características morfológicas avaliadas.

Os melhores resultados para massa fresca da parte aérea e massa fresca total, quando as espécies de *Trichoderma* foram inoculadas via foliar, foram obtidos com o *T. longibrachiatum*.

*Trichoderma* spp. não tem influência nas avaliações fisiológicas, e tem efeito negativo no potencial hídrico foliar.

As três espécies de *Trichoderma* spp. são capazes de colonizar endofiticamente as mudas de maracujazeiro.

*Trichoderma* promove o crescimento em mudas de maracujazeiro amarelo.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, B. J. **Overall growth of tomato (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Glacier) inoculated with species of glomus and trichoderma growing under greenhouse conditions**. 2010, 24 p. Dissertação (Horticulture and Crop Science Department), California Polytechnic State University San Luis Obispo, 2010.

AGOSTINI, S. **Influência de Fungos Micorrízicos Arbusculares sobre o desenvolvimento vegetativo de Porta-enxertos de Videira**, 2002, 63 f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agricultura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

AHMAD, J.S e BAKER, R. Competitive Saprophytic Ability and Cellulolytic Activit of Rhizosphere – Compnente Mutans of *Trichoderma harzianum*. **Phytopatology**,v. 77, p.358, 1987.

ALFANO, G., IVEY, M.L.L., CAKIR, C., BOS, J.I.B., MILLER, S.A., MADDEN, L.V., KAMOUN, S.,HOITINKET, H.A.J. Systemic modulation of geneexpression in tomato byTrichoderma hamatum. **Phytopathology** ,v. 97, 429–437,2007.

ALTOMARE, C.; NORVELL, W. A.; BORKMAN, T.; HARMAN, G. E. Solubilization of phosphates and micronutrientes by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, p. 2926-1933, 1999.

BAE, H.; SICHER, R. C.; KIM, M.S.; KIM, S. H.; STREM, M. D.; MELNICK, R. L.; BAILEY, B. A. The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. **Jornal of Experimental Botany**, v. 60, p. 3279-3295, 2009.

BAILEY, B.A., BAE, H., StREM, M.D., ROBERTS, D.P., THOMAS, S.E., SAMUELS, G.J., CHOI, I-Y., HOLMES, K.A. Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four Trichoderma species. **Planta**,v. 224, p. 1449–1464, 2007.

BAKER, R.; AHMAD, J. S. Rhizosphere Competence of *Trichoderma harzianum*. **Phytopathology**. v. 77, n. 21, 182-189, 1987.

BARBIERE, R.; CARVALHO, I. F. Coevolução de plantas e fungos patogênicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, p. 79-83, 2001.

- BENÍTEZ, T.; RINCÓN, A. M.; LIMÓN, M. C. L.; CODÓN, A. C. Biocontrol Mechanisms of *Trichoderma* Strains, **International Microbiology**, p.249-260, v.7, 2004.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; MORANDI, M. A. B.; STADNIK, M. J. KRAUSS, U.; STEFANOVA, M.; PRADO, A. M. C. Controle biológico de doenças de plantas na América Latina, In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B (Org). **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba-SP, FEALQ, p. 303-327, 2008.
- CARVALHO FILHO, M. R. T. ***Trichoderma* spp. como agentes de biocontrole de *Cylindrocladium scoparium* e como promotores de crescimento em mudas de eucalipto**. 2008.74 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- CARVALHO FILHO, M. R. T.; MENÊZES, J. E.; MELO, S. C. M.; SANTOS, R. P. Avaliação de isolados de *Trichoderma* no controle da mancha foliar do Eucalipto *in vitro* e quanto a esporulação em dois substratos sólidos. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Brasília, DF; Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008.
- CASSIOLATO, A. M. R. **Parasitismo de *Slerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary por mutantes de *Trichoderma harzianum***. Rifai. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Escola Superior de Agricultura. Luiz de Queiroz, Piracicaba, p.133, 1995
- CHACÓN, M. R.; RODRIGUÉZ-GALAN, O.; BENITEZ, T.; SOUSA, S.; REY, M.; LLOBELL, A.; DELGADO-JARANA, J. Microscopic and transcriptome analyses of early colonization of tomato roots by *Trichoderma harzianum*. **International Microbiology**, v.10, p.19-27,2007.
- CHANG, YA-CHUM; BAKER, R.; KLEIFELD, O.; CHEL, I. Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. **Plant Disease**, v. 70, p. 145-148, 1986.
- CHET, I.; HARMAN, G.E.; BAKER, R. *Trichoderma hamatum*: Its hyphal interactions with *Rhizoctonia solani* an *Pythium* spp. **Microbial Ecology**, New York, v. 7, p. 29-38, 1981.
- CLAY, K. 2004. Fungi and the food of the gods. **Nature**. 427: 401-402.
- DELAGADO, G. V. **Inibição do crescimento de *Slerotinia* por *Trichoderma* spp. *in vitro***, 2010. Disponível em:

<[http://www.cernagem.embrapa.br/publica/trabalhos/bp\\_214.pdf](http://www.cernagem.embrapa.br/publica/trabalhos/bp_214.pdf). Acesso em junho de 2011.

DODD, J. C. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro and natural ecosystems. **Outbook on Agriculture**, London, v. 29, n. 1, p. 55-62, 2000.

EMBRAPA, Mandioca e fruticultura. Disponível em: <http://www.cnpnf.embrapa.br> 2006. Acesso em setembro de 2011.

ESPOSITO, E; SILVA, M. M. Systematics and environmental applications of the genus *Trichoderma*. **Critical Reviews in Microbiology**, v.24, n.2, p.89-98, 1998.

ETHUR, L. Z. **Dinâmica populacional e ação de *Trichoderma* no controle de fusariose em mudas de tomateiro e pepineiro**. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria-RS, 2006.

EVANS, H. C.; HOLMS, K. A.; THOMAS, S. E. Endophytes and mycoparasites associated with an indigenous forest tree, *Theobromae gibbereli*, in Ecuador and a preliminary assessment of their potential as biocontrol agents of cocoa diseases. **Mycological Progress**, v. 2, p. 149-160, 2003.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 55-78.

FORTES, F. O.; SLIVA, A. C. F.; ALMANÇA, M. A. K.; TEDESCO, S. B. Promoção de enraizamento de microestacas de um clone de *Eucalyptus* sp. por *Trichoderma* spp. **Revista Árvore**, v.31, 2007.

GAUCH, F. **Micoparasitismo de espécies de *Pythium* com oogônio equinulado e o controle de *Pythium ultimum* Trow causador de tombamento de mudas, em hortaliças**. 1996. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 1996.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. P. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. 3.ed, Viçosa: UFV, 2004. 116p (Caderno didático, 72).

GROPPIA, M. D.; BENAVIDES, M. P.; ZAWWOZNIK, M. S. Root hydraulic conductance, aquaporins and plant growth promoting microorganisms: A revision. **Applied Soil Ecology**, v. 10, p. 11-13, 2011.

GUPTA, R.; PANDEY, S. K.; SINGH, A. K.; SINGH, M. Response of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and yield of singer millet (*Eleusine*

- coracana*) influenced by bio-chemical fertilizers. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 81, p. 445-449, 2011.
- HARMAN, G. E. Myths and dogmas of biocontrol – changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T22. **Plant Disease**, v.84, p. 377-392, 2000.
- HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and of *Trichoderma* spp. **Phytopathology**, Lancaster, v. 96, p. 190-194, 2006.
- HARMAN, G. E.; HERRERA-ESTRELLA.; BENJAMIN, A.; HORWITZ.; LORITO, M. Special issue: Trichoderma – from Basic Biology to Biotechnology. **Microbiology**, v. 158, p.1-2, 2012.
- HARMAN, G. E. HOWELL, C. R.; VITEBERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature**, v. 2, p. 43-56, 2004.
- HARMAN, G. E.; SHIRESH, M. The mechanisms and application of opportunistic plant symbionts. In: VURRO, M. ; GRESSEL, J. (Ed). **Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management**. Amsterdam:Springer, 2007, p. 131-153.
- HARMAN, G. E.; TAYLOR, A. G.; STASK, T. E. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and soil matrix priming to improve biological seed treatment. **Plant Disease**. Saint Paul, v. 73, n. 8, p. 631-637, 1989.
- HARVEY, P.J.; CAMPANELLA, B. F.; CASTRO, P. M.; HARM, H.; LICHTFOUSE, E.; SHAFFNER, A. R.; SMRCEK, S.; WERCK-REICHHART, D. Phytoremediation of polyaromatic, anilines and phenols. **Environmental Science and Pollution Research International**, Berlin, v.9, p.29-47, 2002.
- IBGE. 2008. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em maio de 2011.
- IBGE. 2009. **Produção Agrícola Municipal**, Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em novembro de 2011.
- INBAR, J.; ABRAMSKY, M.; COCHEN, D.; CHET, I. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings grown under commercial conditions. **Europa Journal of Plant Pathology**, v.100, p.337-346, 1994.

INSTITUTO BIOLÓGICO. 2010. **Trichoderma no controle de doenças de plantas causadas por patógenos de solo**. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov/artigos>. Acesso em outubro de 2011.

JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; FALEIRO, F. G.; PEIXOTO, J. R.; BERNACCI, L. C. Potencial de espécies silvestres de maracujazeiro como fonte de resistência à doenças. In: FALEIRO, F. G.; JUQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.(Ed). **Maracujá germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005, p. 80-108.

KLOEPPER, J. W.; SCHROTH, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. In: **International Conference on Plant Pathogenic Bacterial**. Proceedings of the 4th. International Conference on Plant Pathogenic Bacterial. Angers:INRA, p.879-882, 1978.

KRAMER, P. J.; BOYER, L. M. S. **Waterlutions of plants and siols**. San Diego, 1995. 495p.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3. ed. New York, 1995. 506p.

LEITE, R. S. da S.; BLISKA, F. M. da M.; GARCIA, A. E .B. Aspectos econômicos da produção e mercado. In: ITAL. Instituto de Tecnologia de Alimentos (Campinas, SP). **Maracujá: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1994. 267p.

LIMA, A. de A.; TRINDADE, A.V. Propagação. In: LIMA, A. de A 9Ed). **Frutas do Brasil: maracujá-produção-aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Infração Tecnológica, Cruz das Almas, BA:Embrapa mandioca e fruticultura, 2002, p. 29-33.

LOBO JR, M.; PIMENTA, G.; BALLAROTTI, A. Controle de *Rhizoctonia* e *Fusarium solani* em campo com *Trichoderma harzianum*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília-DF, v. 30 S, p. 91, 2005.

LOHMANN, T. D.; MASCARIN, G. M.Efeito da aplicação de *Trichoderma harzianum* na Supressão de Doenças e no Desenvolvimento de mudas de Eucaplito. Resumo do VI. CBA e II CLAA. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n. 2, 2009.

LYNCK, J. Pesquisa inglesa com agentes biológicos. **Jornal Agroceres**, São Paulo, v. 212, p.2, 1992.

MELO, I. S. Potencialidades de utilização de *Trichomonas spp* no controle biológico de doenças de plantas. In: BETTIAL, W. **Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúma: CNPDA/EMBRAPA**, 1991. (EMBRAPA-CNPDA Boletim de Pesquisa,15).

MELO, I. S. e AUGUSTO, J. L. **Controle biológico**. V.1 (Ed) Embrapa, p.264, 1996.

MELETTI, L. M. Maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims). In: MELETTI, L. M. M (Ed). **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba, RS: Agropecuária LTDA. 2000.p. 186-204.

MELETTI, L. M.M; MAIA, M .L. **Maracujá: produção e comercialização**, Campinas: IAC-Boletim Técnico 181.Abril,1999.

MENEZES, M. Avaliação de espécies de *Trichoderma* no tratamento de feijão e do solo, visando o controle de *Macrophomina phaseolina*. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 25, 1992, Gamado, RS. **Anais**. Brasília:SBS, p. 159, 1992.

METCALF, D. A.; WILSON, C. R, T. The process of antagonism of *Sclerotium cepivorum* in white rot affected onion roots by *Trichoderma koningii*. **Plant Pathology**, London, v. 50, p. 249-257, 2001.

NEVES, L. C. **Desenvolvimento do agronegócio frutícola nos estados da Amazônia Legal-potencialidades Roraimenses**. Roraima: Centro de Ciências Agrárias.UFR,2004.

OLIVEIRA, J. C.; RUGGIERO, C. Espécies de maracujá com potencial agrônomo. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. (Eds.) **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p.55-78.

PAULITEZ, T. C. Biochemical and ecological aspects of competition in biological control. In: BAKER, R. R. (Ed). **New directions in biological control: alternatives for suppressing agricultural pests and diseases**. New York: Liss, p. 713-724, 1990.

PIMENTEL, I. C.; KUCZKOWSKI, F. R.; CHIME, M.A.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. Fungos endofíticos em folhas de erva-mate (*Ilex paraguaiensis* a. St.-Hil). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 36. P. 123-128, 2006.

POMELLA,A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas- Uma visão empresarial. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. **Biocontrole de doenças de plantas: Uso e perspectivas**.(Ed). Embrapa Meio Ambiente, 2009. Cap.15, p.241-244.

PRATES, H. S.; CESMIK, R.; FERRAZ, J, M. G. ***Trichoderma spp* no controle de doenças de plantas**. Folder Técnico SAA/ Embrapa, 2006.

PRATES, H. S.; JUNIOR, J. L.; ROSSI, M. L. Composição mineral de mudas cítricas com aplicação de *Trichoderma* spp. **Informações Agronômicas**. São Paulo, 2007.

RAMIREZ, I. S. et al. *Trichoderma harzianum* (Cepa A34): um biopreparado de amplo espectro para micopatologias del tomate y Del pimiento. Habana: INISAL, (**CID-INISAL Boletim Técnico**, 4), 36p, 1995.

READ, D. J. Mycorrhiza-The state of art In: VARMA, A.; HOCK, B (Ed). **Mycorrhiza**. Berlin:Springer-Verlag, p.3-34, 1999.

REDMAN, R. S.; SHEEHAN, K. B.; STOUT, R. G.; RODRIGUEZ, R. J.; HENSON, J. M. Thermotolerance conferred to plant host an fungal endophyte during mutualistic symbiosis. **Science**, Washington, v. 298, p. 1581, 2002.

RESENDE, M. L. et al. Inoculação de sementes de milho utilizando o *Trichoderma harzianum* como promotor de crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.4, p.793-798, 2004.

RIFAI, M. A. A revision of the genus *Trichoderma*. **Mycological Papers**, Wallingford, v. 16, p. 1-56, 1969.

RODRIGUEZ, J. R.; REDMAN, R. S.; HENSON, J. M. 2004. The role of fungal symbiosis in the adaptation of plants to high stress environments. **Mitigation and Adaptation strategies for Global Change** 9: 261-272.

ROMÃO, A. S. **Análise da comunidade fúngica associada à cana-de – açúcar e estudo da interação *Trichoderma virens*-planta hospedeira**. 2010. 268 p. Tese (Doutorado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura. Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ROSANE, D. E.; SOUZA, H. A.; PRADO, R. M.; NATALE, W.; FRANCO, C. F.; LEAL, R. M. Influência do cultivar, do tipo de folha e do tempo de cultivo na medida indireta da clorofila (spad) em mudas de goiabeira. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.3, n.6, 2009.

RUGGIERO, C. Situação da cultura do maracujazeiro no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n. 206, p. 5-9, 2000.

SAIKKONEM, K.; FAETH, S. R.; HELANDER, M.; SULLIVEN, T. J. 1998. Fungal endophytes a continuum of interactions with host plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** 29:319-343.

SANTOS, H. A.; MELLO, S. C. M.; PEIXOTO, J. R. Associação de isolados de *Trichoderma* spp. e ácido indol-3-butírico (AIB) na promoção de enraizamento de estacas e crescimento de maracujazeiro. **Biosci.J**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 966-972, 2010.

SHORESH, M.; HARMAN, G. E. The Molecular Basis of Shoot Responses of Maize Seedlings to *Trichoderma harzianum* T22 Inoculation of the Root: A Proteomic Approach. **Plant Physiology**, v. 147, p. 2147–2163, 2008.

SILVEIRA, S. V. **Caracterização de micorrizas arbusculares autóctones de parreiras as Serra Gaúcha e otimização de métodos de multiplicação em espécies arbóreas para aplicação na fruticultura**. 2006.129 p. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SOTTERO, A. N. **Colonização radicular e promoção de crescimento vegetal por rizobactérias**. Campinas, 2003, 47 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical), Instituto Agronômico de Campinas. Smit, M. A.; Singels, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A.D.L.; ASTOLF FILHO, S.; PINHEIRO, M. L. B.; SARQUIS, M. I. M.; PEREIRA, J. O. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia *Palicourea longiflora* (aubl) rich e *Strychnos cogens* benth. **Acta Botânica**, v. 34, p. 185-195, 2004.

STAMFORD, N. P.; STAMFORD, T.L.M.; ANDRADE, D. E. G. T.; MICHEREFF, S. J. Microbiota dos solos Tropicais. In: MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. **Ecologia e Manejo de patógenos Radiculares em Solos Tropicais**, Recife, p. 61-91, 2005.

SYLVIA, D. M.; CHELLEMI, D. O. Interactions among root-inhabiting fungi and their implications for biological control of root pathogens. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 73, n. 1, p. 33, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. Ed. Trad. SANTARÉM, E. R. Porto Alegre:RS, Artmed, 2009. 820p.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Possibilidades do controle biológico de *Phytophthora* em macieira. In: BETTIOL, W. (Org). Controle biológico de doenças de plantas, Jaguariúna-SP, Embrapa. CNPMA, p.303-305, 1991.

VARGAS, W. A.; MANDAWE, J. C.; KENERLEY, C. M. Plant-Derived Sucrose Is a Key Element in the Symbiotic Association between *Trichoderma virens* and Maize Plants. **Plant Physiology**, v. 151, p. 792-808, 2009.

YEDIDIA, I.; BEHAMOU, N.; KAPULNIK, Y.; CHET, I. Induction and accumulation of PR proteins activity during early stages of root colonization by the mecoparasite *Trichoderma harzianum* Strain. T-203, **Plant Physiol. Biochem**, 38: 863-873, 2000.

YEDIDIA, I.; SRIVASTVA, K. Y.; CHET, I. Effetc of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and incresead growth of cucumber plants. **Plant and Soil, Dordrecht**, v. 235, n. 2, p. 235-240, 2001.

WHIPPS, J. M.; LUMSDEN, R. D. Commercial use of fungi as plant disease biological control agents status and prospects. In: BUTT, T.; JACKSON, C.; MAGAN, N. (Ed). **Fungal Biocontrol Agents**; Progress, problems and potential. Wallingford:CABI Publishing, p. 9-22, 2001.

ZANG, P.; WANG, W. Q.; KAMNEK, M.; DOVREV, P.; XU, J.; GRUISSIEM, W. Senescence-Inducible Expression of Isopentenyl Transferase Extends Leaf Life, Increases Drougt Stress Resistence and Alters Cytokinin. **Research Article**, 2010.