

**Maria Gilmara de Oliveira Soares**  
Universidade Federal de Lavras, UFLA  
gilmaraaagronomia@gmail.com

**Marcia Aparecida Cezar**  
Universidade Federal da Paraíba, UFPB  
marciaapacezar@gmail.com

**Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio**  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
marciamichelle@ufersa.edu.br

**Francisco Hevilásio Freire Pereira**  
Universidade Federal de Campina Grande, UFCG  
fhfpereira@ccta.ufcg.edu.br

**Tiago Augusto de Lima Cardoso**  
Universidade Federal de Campina Grande, UFCG  
tiagoipj@yahoo.com.br

## ANTAGONISMO DE *TRICHODERMA* SPP. A *FUSARIUM SOLANI* E OS EFEITOS NA ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DA MELANCIEIRA

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de biocontrole *in vitro* e *in vivo* de isolados de *Trichoderma* spp. a *Fusarium solani* na melancieira. Dois isolados de *Trichoderma* (sp1 e sp2) foram confrontados diretamente com um isolado de *F. solani* patogênico a cultura. Discos de micélio de 0,5 mm de diâmetro do patógeno e antagonista foram plaqueados em meio batata-dextrose-ágar (BDA) e as placas mantidas em estufa incubadora tipo B.O.D, a  $28 \pm 2$  °C com fotoperíodo de 12 h. Os diâmetros das colônias foram medidos diariamente durante oito dias. Para o ensaio *in vivo*, inóculos de *F. solani*. e *Trichoderma* spp. foram produzidos em substratos areno-orgânicos e adicionados nas concentrações de 4 e 6%, individualmente e associados. Ambos os isolados de *Trichoderma* spp. apresentaram efeito antagônico sobre o crescimento micelial de *F. solani*. Houve incidência da doença em todos os tratamentos resultante da interação *Trichoderma* sp1. e *F. solani*. O isolado *Trichoderma* sp1 reduziu a severidade da doença ocasionada por *F. solani* e proporcionou maiores valores de fotossíntese, transpiração e condutância estomática.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*. Controle biológico. Antagonista. Podridão radicular. Fotossíntese.

## ANTAGONISM OF *TRICHODERMA* SPP. A *FUSARIUM SOLANI* AND THE EFFECTS IN PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF WATERMELON

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the *in vitro* and *in vivo* biocontrol potential of *Trichoderma* spp. on *Fusarium solani* in the watermelon. Two isolates of *Trichoderma* (sp1 e sp2) were directly confronted with a strain of *F. solani*. Pathogenic to culture 0.5 mm diameter mycelial discs of the pathogen and antagonist were plated in potato-dextrose-agar medium (BDA) and the plates kept in incubator type B.O.D, at  $28 \pm 2$  °C with a photoperiod of 12 h. The diameters of the colonies were measured daily for eight days. For the *in vivo* assay, inoculums of *F. solani* and *Trichoderma* spp. were produced on arene-organic substrates added at concentrations of 4 and 6% individually and associated. Both strains of *Trichoderma* spp. showed an antagonistic effect on the mycelial growth of *F. solani*. There was the incidence of the disease in all treatments resulting from the interaction *Trichoderma* sp1 and *F. solani*. *Trichoderma* sp1 reduced the severity of illness caused by *F. solani* and provided higher values of photosynthesis, transpiration and stomatal conductance.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*. Biological control. Antagonist. Root rot. Photosynthesis.

## 1. INTRODUÇÃO

A melancia (*Citrullus lanatus*) está entre as hortaliças mais cultivadas no mundo inteiro. Apresenta fácil manejo, bom retorno econômico para o produtor, constituindo importante papel social e econômico na geração de emprego e renda (ZHAO et al., 2014). A produção brasileira de melancia no ano de 2016 foi de 2.090.432 toneladas (IBGE, 2018). Porém fatores limitantes como as doenças radiculares ocasionadas por fungos do gênero *Fusarium* spp. são responsáveis por reduzir a produção e comercialização tanto na forma quantitativa como qualitativa.

Patógenos veiculados pelo solo têm capacidade de sobreviver por longos períodos nesse ambiente por meio da formação de estruturas de resistência, as quais garantem condições de sobrevivência na ausência da planta hospedeira. O gênero *Fusarium* representa bem essas características. Apresenta ampla distribuição geográfica, com ocorrência em todas as regiões do mundo é composto por várias espécies, sendo capazes de causar diversas doenças em plantas, como as podridões radiculares de caules e frutos, além das murchas vasculares (POLETTTO et al., 2006).

A dificuldade em controlar fungos do gênero *Fusarium* tem estimulado a pesquisa nas áreas de controle biológico, considerada uma das alternativas para reduzir o efeito negativo de patógenos radiculares e promover respostas positivas em plantas (FRAVEL et al., 2003). De acordo com Nega (2014), o controle biológico

refere-se à utilização de organismos vivos para suprimir as atividades de um ou mais agentes patogênicos, além de ser considerada uma prática tradicional, que aliada a novos conhecimentos da microbiologia, é atualmente muito estudada, para o controle de tais fitopatógenos.

Dentre os muitos agentes com potencial de biocontrole, o fungo *Trichoderma* spp. tem sido um dos mais estudados e comercialmente vendidos como biofungicidas, biofertilizantes e inoculantes de solo. Esse antagonista não é tóxico ao homem e animais (DUBEY et al., 2007; MONTALVÃO, 2012), além de simbiote, avirulento às plantas, induz a resistência de plantas a doenças causadas por fungos e bactérias, podendo atuar como agente de controle de fitopatógenos em várias culturas, promovendo ação antagônica (CHEN et al., 2011; NETO et al., 2016).

Para a agricultura, além do controle de patógenos, o uso de *Trichoderma* spp. pode oferecer várias vantagens como: decomposição de matéria orgânica, uma microflora competitiva deletéria resultante da colonização da rizosfera e melhoria no crescimento das plantas (HARMAN et al., 2004).

Diversos trabalhos já demonstraram o potencial do uso de fungos do gênero *Trichoderma* no controle de patógenos de solo nas culturas de pepino, ervilha, tomate, e melão (CHEN et al., 2011; COTXARRERA et al., 2002; FENG et al., 2015; GAVA; MENEZES, 2012), resultando na seleção de isolados promissores. Dubey et al. (2007), verificaram em testes *in vitro* e *in vivo* controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* em sementes de ervilha inoculadas com 10<sup>6</sup> conídios/mL de *Trichoderma* sp.

Dessa forma estudos visando o isolamento de *Trichoderma* spp. do solo proveniente de

cultivos de melancia é de extrema importância para verificar a sua eficiência a patógenos veiculados pelo solo causadores de doenças radiculares. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial de biocontrole *in vitro* e *in vivo* de isolados de *Trichoderma* spp. contra *F. solani* na melanciaira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal-PB, Brasil. Dois isolados de *Trichoderma* spp., intitulados *Trichoderma* sp1 e *Trichoderma* sp2, foram obtidos através de amostras de solo em cultivos de melancia coletadas nos municípios de São João do Rio do Peixe- PB e Pombal-PB, seguido do isolamento pelo método do plaqueamento em meio de cultura, descrito por Ethur et al. (2005). Esses isolados foram escolhidos com base nas suas características morfológicas e reprodutivas visualizadas em microscópio óptico, e comparadas na literatura. O isolado de *Fusarium*, foi obtido de plantas de melanciaira cultivadas no município de Pombal-PB, apresentando sintomas de podridão no sistema radicular. Este isolado foi identificado como *Fusarium solani*, baseado nas características morfológicas (LESLIE; SUMMERELL, 2006).

A patogenicidade de *F. solani* foi confirmada pelo teste do palito que consistiu na inoculação de plantas de melanciaira cv. ‘Crimson Sweet’ com 15 dias de idade, fixando-se, no colo das plantas, pedaços de palitos de dente infestado com estruturas do fitopatógeno. As plantas inoculadas foram submetidas à câmara úmida por 48 h e mantidas em casa de vegetação até o aparecimento dos sintomas.

A interação *in vitro* dos isolados de *Trichoderma* sp1 e *Trichoderma* sp2 com o isolado de *Fusarium* foi realizada pelo método da confrontação direta (ETHUR et al., 2005). Discos de 0,5 mm de diâmetro contendo micélio do patógeno e antagonista foram pareados individualmente em lados opostos, próximos às bordas das placas de Petri de 9 cm contendo meio BDA acrescido de antibiótico, e o crescimento micelial foi avaliado diariamente através das medições dos diâmetros transversal e longitudinal. As placas foram mantidas em estufa tipo B.O.D a  $28 \pm 2^\circ\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 h, por oito dias.

A porcentagem média de inibição do crescimento micelial dos isolados foi obtida pela fórmula adaptada por Edginton et al. (1971):

$$\text{PIC (\%)} = [(\text{crescimento do controle} - \text{crescimento do tratamento}) \times 100] / \text{crescimento do tratamento.}$$

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado constituído de cinco tratamentos e seis repetições, sendo os tratamentos distribuídos da seguinte forma: (1) *Trichoderma* sp1 pareado com *F. solani*; (2) *Trichoderma* sp2 pareado com *F. solani*; e (3) controle (*F. solani* sem *Trichoderma* spp.). Os dados provenientes das áreas médias das colônias de *Trichoderma* spp. e *F. solani* foram submetidos ao teste T com 5 % de probabilidade.

Para o teste *in vivo* foi escolhido o isolado de *Trichoderma* sp1 baseado na melhor porcentagem de inibição *in vitro* (56,8%) sobre *F. solani*. Os inóculos dos fungos foram produzidos conforme a metodologia adaptada por Lefèvre e Souza (1993), e cultivados em substrato areno-orgânico composto de três partes de esterco curtido, uma parte de areia lavada e 2% de aveia (v/p), e adicionados 20 ml de água destilada para

cada 100 ml do substrato. O substrato foi autoclavado duas vezes, em intervalos de 24 h, durante 1h a 120 °C. Posteriormente, em câmara asséptica, foram transferidos dez discos de 0,5 mm de diâmetro retirados das bordas das colônias dos fungos em crescimento, para os frascos contendo o substrato. Os inóculos do patógeno e antagonista foram mantidos em B.O.D a  $28 \pm 2$  °C no escuro, por 15 dias. Como testemunha, foi utilizado o substrato areno-orgânico sem o fungo, nas mesmas condições descritas anteriormente.

O experimento *in vivo* foi conduzido durante 43 dias, utilizando vasos com capacidade de 0,5 Kg, preenchidos com substrato comercial esterilizado. Os inóculos de *F. solani*. e *Trichoderma* sp1. nas concentrações de 4 e 6%, foram adicionados e posteriormente semeadas duas sementes de melancia em cada vaso.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados constituídos de dez tratamentos e cinco repetições distribuídos da seguinte forma: (T1) aplicação de 4% do substrato sem patógeno e antagonista; (T2) 6% do substrato sem patógeno e antagonista; (T3) 4% de substrato acrescido com *Trichoderma* sp1; (T4) 6 % de substrato acrescido com *Trichoderma* sp1; (T5) 4% de substrato acrescido com *F. solani*; (T6) 6% de substrato acrescido com *F. solani*; (T7) 6% de substrato acrescido com *F. solani* + 6% de substrato acrescido de *Trichoderma* sp1; (T8) 4% de substrato acrescido com *F. solani* + 4% de substrato acrescido de *Trichoderma* sp1; (T9) 6% de substrato acrescido com *F. solani* + 4% de substrato acrescido de *Trichoderma* sp1; e (T10) 4% de substrato acrescido com *F. solani* + 6% de substrato acrescido de *Trichoderma* sp1.

Para a avaliação da incidência da doença foi considerada a porcentagem de plantas com

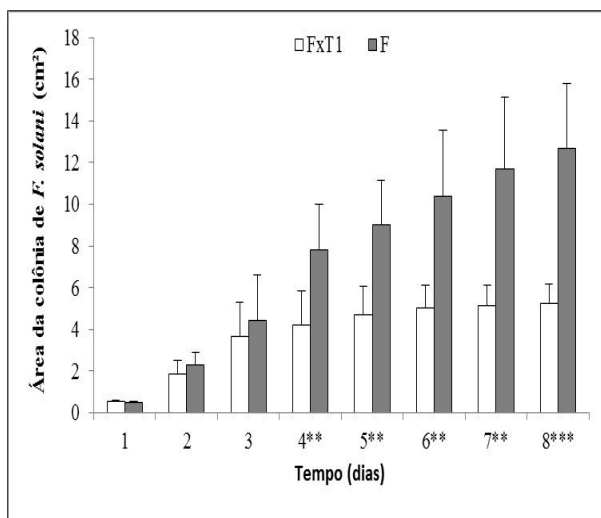
sintomas visíveis da doença em relação ao número total de plantas. Na análise da severidade da doença, foi utilizada uma escala de notas subjetiva proposta por Shoonhoven e Pastor-Corrales (1987), e adaptada por Cruz (2013). Onde nota 0 = sem sintomas visíveis; notas 1, 3, 5, 7 = aproximadamente 10, 25, 50 e 75% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões, respectivamente e nota 9= plantas mortas.

As avaliações das trocas gasosas fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram realizadas aos 43 dias após a semeadura, com o analisador de gás infravermelho (IRGA) LC pro (Analytical Development, Kings Lynn, UK), com fonte de luz constante de 1.200  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  e concentração de CO<sub>2</sub> a 370 ppm. Os dados obtidos das variáveis foram submetidos à análise de variância, empregando o programa SAEG versão 9.1, para os efeitos significativos ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F as médias foram submetidas ao teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Teste de antagonismo *in vitro* de isolados de *Trichoderma* spp. contra *F. solani*.

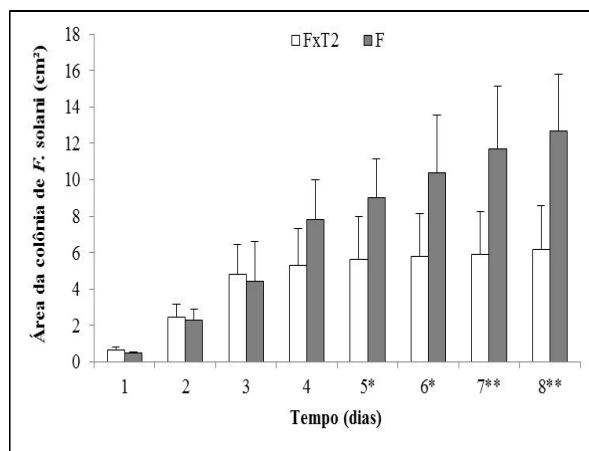
A redução do crescimento micelial foi maior (56,8 %) quando pareou-se o isolado *Trichoderma* sp1 com *F. solani* (FxT<sub>1</sub>), sendo verificada diferença significativa entre os diâmetros das colônias de patógeno e antagonista a partir do quarto dia de avaliação (Figura 1).



**Figura 1** - Efeito antagonístico do *Trichoderma* sp1 (FxT<sub>1</sub>) contra o *F. solani* e o seu respectivo controle (F). Teste T: \*p<0,05, \*\*p<0,01, \*\*\*p<0,001.

Diversos trabalhos *in vitro* demonstraram resultados semelhantes envolvendo o uso de *Trichoderma* no controle de patógenos habitantes do solo. Dias (2011) verificaram potencial antagonístico de 54,9 % em *Rhizoctonia solani* isolada de alface com o uso de *Trichoderma* spp. Da mesma forma Bueno et al. (2017) observaram antagonismo de 27% no patógeno *Monographella albescens* causador da escaldadura das folhas em plantas de arroz quando utilizou *Trichoderma asperellum*.

O isolado T<sub>2</sub> também apresentou efeito antagonístico sobre o *F. solani*, exercendo inibição de 48,4 %, no crescimento micelial do patógeno. Houve diferença significativa apenas a partir do quinto dia de avaliação (Figura 2). Esses resultados corroboram com os encontrados por Dias (2011), que verificaram ação inibitória de 44,8 % de *Sclerotium rolfisii* em tomateiro utilizando *Trichoderma* spp.

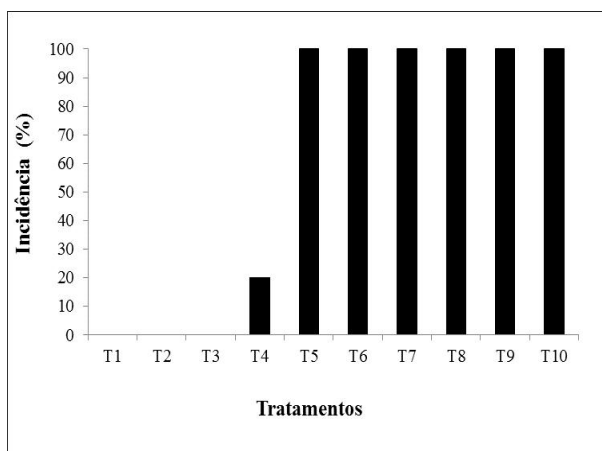


**Figura 2** - Efeito antagonístico do *Trichoderma* sp2. (FxT<sub>2</sub>) contra o *F. solani* e seu respectivo controle (F). Teste T: \*p<0,05, \*\* p<0,01, \*\*\* p<0,001.

O antagonismo *in vitro* de 34 isolados de *Trichoderma* spp. contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *S. rolfisii* foi constatado após sete dias de avaliação, e observado a redução do crescimento micelial dos fitopatógenos (MONTALVÃO, 2012). O potencial antagonístico de *Trichoderma* inibindo o crescimento micelial dos fungos *F. solani* e *S. sclerotiorum* foi identificado por Louzada et al. (2009). Espécies do gênero *Trichoderma* vêm sendo utilizadas com sucesso na redução do crescimento micelial e controle de diversos fitopatógenos habitantes do solo, isso pode estar associado aos compostos voláteis liberados e aos vários mecanismos como antibiose, parasitismo, competição por nutrientes realizados por antagonistas, nos quais devem ser investigados em trabalhos posteriores (PEDRO et al., 2012).

### 3.2 Teste de antagonismo *in vivo* de isolados de *Trichoderma* sp1 contra *F. solani*.

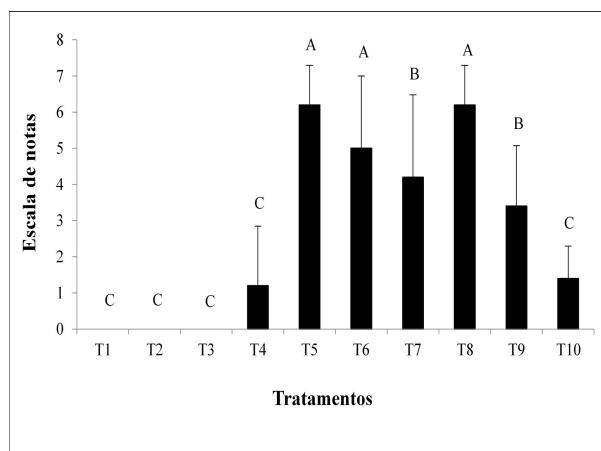
A incidência de 20 % foi verificada nas plantas tratadas com 6 % de *Trichoderma* sp1. Nos demais tratamentos com a incorporação de *F. solani* + *Trichoderma* sp1 observou-se plantas com sintomas de podridão radicular (Figura 3).



**Figura 3** - Porcentagem da incidência de plantas doentes em melancia cv. 'Crimson Sweet'. **T1 e T2:** Testemunhas com 4 e 6% de substrato; **T3 e T4:** 4 e 6% de *Trichoderma* sp1; **T5 e T6:** 4 e 6% do inóculo de *F. solani*; **T7:** 6% de *Trichoderma* sp1 + 6% de *F. solani*; **T8:** 4% de *Trichoderma* sp1 + 4% de *F. solani*; **T9:** 6% de *F. solani* + 4% de *Trichoderma* sp1; **T10:** 4% de *F. solani* + 6% de *Trichoderma* sp1.

Resultados semelhantes foram obtidos Gava e Menezes (2012) quando estudaram o efeito de *Trichoderma* spp. no controle de patógenos de solo em meloeiro amarelo, evidenciaram ao 43 dias após o transplante menor incidência com valores de 24,7 e 28,6% nos tratamentos com antagonistas. Redução na incidência da fusariose em pepino causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* foi verificada com a utilização de biofertilizante enriquecido com *Trichoderma* (ZHAO et al., 2014).

Embora nos tratamentos T5 e T6 (4 e 6% do inóculo de *F. solani*, respectivamente); T7 a T10 (interação das concentrações de *F. solani* + *Trichoderma* sp1) tenha sido verificado 100 % de incidência nas plantas (Figura 3), vale ressaltar que os tratamentos T5 e T6 acrescidos com inóculo de *F. solani* apresentaram também maior severidade da doença (Figura 4). O mesmo foi observado na interação de 4 % de *Trichoderma* sp1 + 4 % de *F. solani* (T8).



**Figura 4** - Severidade da doença em plantas de melancia cv. 'Crimson Sweet'. **T1 e T2:** Testemunhas com 4 e 6% de substrato; **T3 e T4:** 4 e 6% de *Trichoderma* sp1; **T5 e T6:** 4 e 6% do inóculo de *F. solani*; **T7:** 6% de *Trichoderma* sp1 + 6% de *Fusarium* sp; **T8:** 4% de *Trichoderma* sp1 + 4% de *F. solani*; **T9:** 6% de *F. solani* + 4% de *Trichoderma* sp1; **T10:** 4% de *F. solani* + 6% de *Trichoderma* sp1. Notas seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Skott-Knot ao nível de 5% de probabilidade.

A menor severidade da doença foi alcançada na interação com maior concentração do antagonista e menor do patógeno (T10), demonstrando a eficiência da utilização do antagonista sobre a podridão radicular da melancia (Figura 4). Sriram et al. (2009) constataram em pimenta vermelha reduções entre 48 e 62 %, proporcionada por *T. harzianum*, na infecção causada por *Phytophthora capsici*. Bae et al. (2011) detectaram que o isolado DIS 376f de *Trichoderma theobromicola* foi capaz de atrasar o desenvolvimento de sintomas de doença causados por *P. capsici* em pimentão.

Nos tratamentos (T7 e T9) com as concentrações 4 e 6 % de *Trichoderma* sp1. associadas ao patógeno, reduziram a severidade da doença comprovando o efeito antagônico do *Trichoderma* sp1 mesmo quando se utilizou a menor concentração do antagonista (Figura 4). A capacidade de biocontrole dos fungos *Trichoderma* está relacionada ao desenvolvimento de diferentes mecanismos que permitem competir diretamente por espaço e nutrientes, além de

interagir parasiticamente e simbioticamente com diferentes substratos e organismos vivos, incluindo plantas e microrganismos. Em fungos, os mecanismos estão associados à produção de metabólitos antifúngicos, à secreção de enzimas hidrolíticas e a sua capacidade micoparasitária, sendo os comportamentos expressos em diferentes

intensidades, dependendo da espécie utilizada (MICHEL ACEVES et al., 2013).

Para as análises fisiológicas houve interação significativa em todas as variáveis testadas Fotossíntese (A), Transpiração (E), Condutância estomática (gs) e Concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Fotossíntese (A), Transpiração (E) Condutância estomática (gs) e Concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (Ci) em plantas de melanciaira.

Tratamentos	Fotossíntese* ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Transpiração* ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Condutância* estomática ( $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	Concentração* inter. de CO <sub>2</sub> ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )
T1 testemunha	7,0150 a	2,9069 b	0,1040 a	225,8000 b
T2 testemunha	4,0083 b	2,0585 b	0,0730 b	221,7000 b
T3 4% T	8,3516 a	4,2102 a	0,1397 a	240,7000 a
T4 6% T	7,0420 a	3,0040 b	0,1047 a	236,7000 b
T5 4% F	6,4733 a	3,4352 a	0,1180 a	244,9000 a
T6 6% F	5,4633 b	2,2530 b	0,0730 b	258,5000 a
T7 6% T e F	4,8625 b	2,4731 b	0,0744 b	263,0222 a
T8 4% T e F	4,8860 b	2,2920 b	0,0710 b	259,1889 a
T9 4%T, 6% F	6,2860 a	2,7320 b	0,0860 b	213,1889 b
T10 6%T, 4%F	4,0930 b	1,9870 b	0,0580 b	219,3889 b

**T1 e T2:** Testemunhas com 4 e 6% de substrato; **T3 e T4:** 4 e 6% de *Trichoderma* sp1; **T5 e T6:** 4 e 6% do inóculo de *F. solani*; **T7:** 6% de *Trichoderma* sp1 + 6% de *F. solani*; **T8:** 4% de *Trichoderma* sp1 + 4% de *F. solani*; **T9:** 6% de *F. solani* + 4% de *Trichoderma* sp1; **T10:** 4% de *F. solani* + 6% de *Trichoderma* sp1. \*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knot ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores da fotossíntese 8,35 e 7,04  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  foram observados nos tratamentos T3 e T4 acrescidos com 4 e 6% de *Trichoderma sp1* respectivamente, demonstrando que o antagonista proporcionou aumento da fotossíntese nas plantas de melancia (Tabela 1). Segundo Singh et al. (2018), a atividade de *Trichoderma spp.* contribui para a melhor distribuição das raízes e aumento do crescimento das plantas sendo um fator chave para prolongada atividade fotossintética em plantas. Em arroz tratado com *T. asperellum* constataram aumento na taxa fotossintética das plantas, bem como aumento na condutância estomática e redução da transpiração e concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  em relação ao controle (BUENO et al., 2017).

A menor concentração do inóculo de *F. solani* (4 %) não alterou a taxa fotossintética das plantas. Por outro lado, a maior concentração (6 %), resultou em baixa taxa fotossintética das plantas e aumento de manchas cloróticas (Tabela 1). Isso pode ser atribuído ao período no qual as plantas foram avaliadas (43 dias após o plantio) no qual favoreceu o progresso da doença nas plantas acrescidas com 6 % do patógeno. Fitopatógenos habitantes do solo como *Fusarium* sobrevivem longos períodos por meio de clamidósporos, além disso, são fungos bastante virulentos retiram do hospedeiro todos os nutrientes necessários para sobrevivência, causam redução da fotossíntese e área foliar, destroem os tecidos provocando a morte da planta hospedeira (FRAVEL et al., 2003).

Os maiores valores de transpiração e condutância estomática foram verificados nos tratamentos com adição de *Trichoderma sp1* (T3 e T4), além do tratamento (T5) contendo 4 % de

*F. solani* (Tabela 1). À medida que aumentou a fotossíntese ocorreu à evolução na abertura dos estômatos, e conseqüentemente as plantas passaram a transpirar mais com maior perda de água pelas folhas. Bezerra et al. (2003) estudaram o efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro, e constataram que não houve interação significativa para a transpiração, entretanto ocorreu fechamento estomático, afetando o processo fotossintético.

Os maiores valores da concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  foram de 263,02 e 259,18  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  observados nos tratamentos T7 e T8 que compreendem a interação entre patógeno e antagonista (Tabela 1). Esse parâmetro fisiológico pode ter sido devidamente alterado em função das concentrações de *F. solani*, sendo que a maior quantidade de inóculo proporcionou aumento na concentração intercelular de  $\text{CO}_2$ , contribuindo para maior severidade da doença. Resultados semelhantes foram comprovados por Lessin (2008) no qual verificou em plantas de soja aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  e, conseqüentemente maior severidade de oídio nas plantas. Os tratamentos T9 e T10, resultante da interação de *Trichoderma sp1* e *F. solani*, proporcionaram menores valores quanto à assimilação de  $\text{CO}_2$  (Tabela 1). Vale ressaltar que os mesmos apresentaram também menores severidade da doença, provavelmente devido a ação do antagonista sobre o patógeno.

O manejo de doenças radiculares como fusariose é voltado principalmente para fungicidas e cultivares resistente (GAVA MENEZES; 2012). A busca por métodos alternativos de controle para doenças radiculares faz parte da agricultura moderna, uma vez que substitui a aplicação de produtos químicos



prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente e são capazes de promoverem uma melhor produtividade, oferecendo ao consumidor produtos de boa qualidade, livre de contaminações. Dessa forma, a utilização de *Trichoderma* resulta em importante e promissora ferramenta aplicada em diversas áreas da agricultura.

#### 4. CONCLUSÕES

Os isolados de *Trichoderma* spp. inibem o crescimento micelial de *F. solani* *in vitro*, com destaque para o isolado *Trichoderma* sp1, que obteve melhores resultados.

A concentração 6 % de *Trichoderma* sp1 proporciona redução da severidade da podridão radicular da melancia.

A utilização de *Trichoderma* sp1 propicia as plantas de melancia redução da severidade da doença e maiores valores de fotossíntese, transpiração e condutância estomática.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao laboratório de Fitopatologia Campus-Pombal-PB pelo seu suporte técnico.

#### REFERÊNCIAS

BAE, H.; ROBERTS, D. P.; LIM, H.S.; STREM, M. D.; PARK, S. C.; RYU, C. M.; MELNICK, R. L.; BAILEY, B. A. Endophytic *Trichoderma* isolates from tropical environments delay disease onset and induce resistance against

*Phytophthora capsici* in hot pepper using multiple mechanisms. **Molecular Plant Microbe Interactions**, v. 24, n. 3, p. 336-351, 2011.

BEZERRA, M. A.; CARDOSO, J. E.; SANTOS, A. D.; VIDAL, J. C.; ALENCAR, E. D. S. **Efeito da resinose na fotossíntese do cajueiro-anão precoce**. Embrapa Agroindústria Tropical 2003.

BUENO, A. C. S. O.; CASTRO, G. L. S.; RÊGO, M. C. F.; BATISTA, T. F. V.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. *Trichoderma* reduces scald and protects the photosynthetic apparatus in rice plants. **Biocontrol Science and Technology**, v. 27, n. 4, p. 449-460, 2017.

CHEN, L.; YANG, X.; RAZA, W.; LUO, J.; ZHANG, F.; SHEN, Q. Solid-state fermentation of agro-industrial wastes to produce bioorganic fertilizer for the biocontrol of *Fusarium* wilt of cucumber in continuously cropped soil. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 4, p. 3900–3910, 2011.

COTXARRERA, L.; TRILLAS-GAY, M. I.; STEINBERG, C.; ALABOUVETTE, C. Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium* wilt of tomato. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 467-476, 2002.

CRUZ, B. L. S. **Efeito de adubos verdes sobre a fusariose do meloeiro**. 2013. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

DIAS, P. P. **Controle biológico de fitopatógenos de solo por meio de isolados de fungos do gênero *Trichoderma* e sua contribuição no crescimento de plantas**. 2011. 101f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Departamento de Solos - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

DUBEY, S. C.; SURESH, M.; BIRENDRA, S. Evaluation of *Trichoderma* species against *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* for integrated management of chickpea wilts. **Biological Control**, v. 40, p. 118–127, 2007.

ETHUR, L. Z.; BLUME, E.; MUNIZ, M.; SILVA, A. C. F.; STEFANELO, D. R.; ROCHA, E. K. Fungos antagonistas a *Sclerotinia clerotiorum* em pepineiro cultivado em estufa.

**Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 127-133, 2005.

EDGINGTON, L. V.; KHEW, K. L.; BARRON, G. L. Fungitoxic spectrum of benzimidazoles compounds, **Phytopathology**, v. 61, p. 42-44, 1971.

FENG, C.; CHEN, W.; WEI, Z.; PANG, G.; LI, R.; RAN, W.; SHEN, Q. Colonization of *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 on tomato roots and its relationship to plant growth, nutrient availability and soil microflora. **Plant and Soil**, v. 388, n. 1-2, p. 337-350, 2015.

FRAVEL, D.; OLIVAIN, C.; ALABOUVETTE, C. *Fusarium oxysporum* and its biocontrol. **New phytologist**, v. 157, n. 3, p. 493-502, 2003.

Gava, C. A. T.; Menezes, M. E. L. Eficiência de isolados de *Trichoderma* spp. no controle de patógenos de solo em meloeiro amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 633-640, 2012.

HARMAN, G. E.; HOWELL, C. R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. *Trichoderma* species -opportunistic, avirulent plant symbionts. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, p. 43-56, 2004.

IBGE: Instituto brasileiro de Geografia e Estatística – **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 13 jun. 2018.

LEFÈVRE, A. F.; SOUZA, N. L. Determinação da temperatura letal para *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii* e efeito da solarização sobre a temperatura do solo. **Summa Phytopathologica**, v. 19, n. 2, p.107-112, 1993.

LESLIE, J. F.; SUMMERELL, B. A. **The *Fusarium* laboratory manual**. 1.ed. State Avenue, USA. Blackwell Publishing, 2006, v. 1, 378p.

LESSIN, R. C. **Efeito do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico sobre o oídio, a ferrugem e o desenvolvimento de plantas de soja**, 2008. 67f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista Botucatu.

LOUZADA, G. A. S.; CARVALHO, D. D. C.; MELLO, S. C. M.; LOBO JÚNIOR, M.; MARTINS, I.; BRAUNA, L. M. Potencial

antagônico de *Trichoderma* spp. originários de diferentes agroecossistemas contra *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium solani*. **Biota neotropica**, v. 9, n. 3, p. 145, 2009.

MONTALVÃO, S. C. L. **Potencial de *Trichoderma* spp. nobiocontrole de doenças do tomateiro**. 2012. 105 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF 2012.

MICHEL ACEVES, A. C.; OTERO SÁNCHEZ, M. A.; ARIZA FLORES, R.; BARRIOS AYALA, A.; ALARCÓN CRUZ, N. Eficiência biológica de cepas nativas de *Trichoderma* spp., em el control de *Sclerotium rolfsii* Sacc., em cacahuete. **Avances en Investigación Agropecuaria**, v. 17, n. 3, p. 89-107, 2013.

NEGA, A. Review on concepts in biological control of plant pathogens. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 4, n. 27, p. 33-54, 2014.

NETO, J. F.; DANTAS, A. M. M.; SILVA, F. H. A.; CRUZ, B. L. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; NASCIMENTO, S. R. C. Efeito de adubo verde e *Trichoderma harzianum* na sobrevivência de *Fusarium solani* e no desenvolvimento do meloeiro. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 1, p. 44-49, 2016.

PEDRO, E. A. S.; HARAKAVA, R.; LUCON, C. M. M.; GUZZO, S. D. Promoção do crescimento do feijoeiro e controle da antracnose por *Trichoderma* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1589-1595, 2012.

POLETTO, I.; MUNIZ, M. F. B.; CECONI, D. E.; SANTIN, D.; WEBER, M. N. D.; BLUME, E. Zoneamento e identificação de *Fusarium* sp. causadores de podridão de raízes em plantios de erva-mate (*Ilex para guariensis* a. St.-Hil.) na região do Vale do Taquarí – RS. **Ciência Florestal**, v.16, n.1, p.1-10, 2006.

SINGH, A.; SHUKLA, N.; KABADWAL, B. C.; TEWARI, A. K.; KUMAR, J. Review on Plant-*Trichoderma*-Pathogen Interaction. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci**, v. 7, n. 2, p. 2382-2397, 2018.

SHOONHOVEN, A. V.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Sistema estándar para laevaluación de germoplasma de frijol**. Cali, CO. 56 p. 1987.

SRIRAM, S.; MANASA, S. B.; SAVITHA, M. J. Potential use of elicitors from *Trichoderma* in induced systemic resistance for the management of *Phytophthora capsici* in red pepper. **Journal of Biological Control**, v.23, p.449-456, 2009.

ZHAO, S.; LIU, D.; LING, N.; CHEN, F.; FANG, W.; SHEN, Q. Bio-organic fertilizer application significantly reduces the *Fusarium oxysporum* population and alters the composition of fungi communities of watermelon *Fusarium* wilt rhizosphere soil. **Biology and Fertility of Soils**, v. 50, n. 5, p. 765-774, 2014.

---

**Maria Gilmara de Oliveira Soares**  
Universidade Federal de Lavras, UFLA

---

**Marcia Aparecida Cezar**  
Universidade Federal da Paraíba, UFPB

---

**Marcia Michelle de Queiroz Ambrósio**  
Universidade Federal Rural do Semi-Árido

---

**Francisco Hevilásio Freire Pereira**  
Universidade Federal de Campina Grande, UFCG

---

**Tiago Augusto de Lima Cardoso**  
Universidade Federal de Campina Grande, UFCG

---