

Inibição do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* por isolados de *Trichoderma* spp.

Ítalo Vilar Fernandes¹, Hebe Perez de Carvalho², Ana Carolina Perez de Carvalho dos Santos³, Yuri José Galvão Chagas⁴

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes, gestor ambiental e discente do curso superior de Engenharia Agrônoma. italovilarf@hotmail.com

² IFSULDEMINAS – *Campus* Inconfidentes, professora EBT. hebe.carvalho@ifsuldeminas.edu.br

³ Centro Superior de Ensino e Pesquisa de Machado – Cesepe, gestora ambiental e engenheira agrônoma. perezsantos93@gmail.com

⁴ IFSULDEMINAS – *Campus* Machado, discente do curso superior de Engenharia Agrônoma. yurijose341@gmail.com

Submetido: 06/07/2021 | Aceito: 19/10/2021

Resumo

A cultura do tomate tem grande importância econômica em nível nacional e mundial. No entanto, seu retorno econômico está associado ao controle de várias doenças. Dentre elas, destaca-se a murcha de *Fusarium*, causada pelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Para o controle dessa doença, geralmente empregam-se produtos biológicos, que comumente são fabricados com isolados antagonistas de *Trichoderma* sp. Sendo assim, o potencial antagonístico do *Trichoderma* sp. deve ser melhor estudado para outros fitopatógenos, ampliando as opções de biofungicidas no mercado. Deste modo, objetivou-se com o presente trabalho testar o potencial antagonístico de diferentes isolados de *Trichoderma* sobre o crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* *in vitro*. Foram testados quatro isolados de *Trichoderma* spp., sendo três isolados coletados em serrapilheira e um isolado comercial (*T. asperellum*). Os isolados de *Trichoderma* spp. foram avaliados quanto ao potencial antagonístico contra *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* por meio da técnica de pareamento de culturas. Foram avaliados: o tamanho médio da colônia (TC), a porcentagem de inibição do crescimento micelial (PIC), o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM) do fitopatógeno e o antagonismo dos isolados de *Trichoderma* spp. por meio de escala de notas. Todos os isolados de *Trichoderma* spp. testados reduziram o crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *in vitro*.

Palavras-chave: Antagonismo. Murcha de *Fusarium*. Controle biológico.

Introdução

O Brasil é responsável pela produção aproximada de 2,2 % de tomate em nível mundial, ocupando a 10^a posição no ranking de principais países produtores, liderado pela China, Índia, Turquia e Estados Unidos da América, que ocupam as primeiras posições, correspondendo a aproximadamente 34 %, 10 %, 7 % e 6 % da produção mundial, respectivamente (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE STATISTICAL DATABASE - FAOSTAT, 2019).

No ano de 2019, o Brasil produziu 3,92 milhões de toneladas de tomate em uma área de 54,54 mil hectares, sendo os estados de Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Bahia os principais produtores, responsáveis por aproximadamente 72 % da produção nacional (INSTITUTO

BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020).

A cultura do tomate pode ser acometida por várias doenças durante o ciclo da cultura. Os patógenos radiculares estão entre os mais importantes causadores de problemas fitossanitários, uma vez que apresentam estruturas de resistência que asseguram a sua sobrevivência em condições desfavoráveis (WONG; AMBRÓSIO; SOUZA, 2011).

Entre os patógenos radiculares estão os fungos habitantes do solo que se caracterizam por sobreviverem durante anos na ausência de um hospedeiro susceptível (LOPES; MICHHEREFF, 2018). De acordo com Correia e Michereff (2018), dentre os fungos habitantes do solo destacam-se os causadores de murchas vasculares, tais como

Fusarium oxysporum, *Verticillium albo-atrum* e *Verticillium dahliae*.

A murcha do *Fusarium* destaca-se dentre as doenças que mais preocupam o produtor. É causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* e se faz presente em praticamente todas as áreas onde se cultiva o tomateiro (INOUE-NAGATA *et al.*, 2016). A sobrevivência do patógeno ocorre na forma de micélio ou de clamidósporos encontrados geralmente em restos de cultura. O patógeno também pode se desenvolver nos tecidos de várias espécies vegetais, que atuam como hospedeiros alternativos (BEBENDO, 2018).

Segundo Inoue-Nagata *et al.* (2016), a sobrevivência do patógeno pode ser de até oito anos na ausência do hospedeiro, dificultando, de certa forma, medidas relacionadas ao manejo voltado para a redução do inóculo inicial (MELO; SERRA; NASCIMENTO, 2021). A disseminação do patógeno em longas distâncias ocorre pela utilização de mudas e sementes contaminadas, enquanto nas áreas de cultivo onde há a presença do patógeno a disseminação pode ocorrer a partir do deslocamento de propágulos com partículas de solo ocasionados pela aração e gradagem, irrigação ou até mesmo por conta da água da chuva (BEBENDO, 2018).

Os principais sintomas da doença na cultura do tomate provocam desde o amarelecimento até a murcha progressiva da parte aérea, podendo causar morte das plantas, secando-as por completo. Normalmente, a infecção se dá unilateralmente por atingir os feixes vasculares, oriundos do tecido radicular infectado. Plantas que possuem sistema radicular pouco desenvolvido em geral são mais atacadas pelo fungo, contribuindo para a perda progressiva do vigor e redução do ciclo da cultura. Em campo, a doença se manifesta normalmente na forma de reboleiras, principalmente durante as fases de crescimento, floração e maturação dos frutos. Na fase de viveiro ou logo após o transplântio, se

acometida pela doença, as mudas podem sofrer com o tombamento ou *damping-off* (TÖFOLI; DOMINGUES, 2018).

O controle da doença ocasionada pelo *Fusarium oxysporum* pode ser realizado por meio de medidas e práticas culturais envolvendo nutrição adequada e equilibrada das plantas, calagem, uso de cultivares resistentes, rotação de culturas e aração profunda (INOUE-NAGATA *et al.*, 2016; MIELNICZUK; SKWARYŁO-BEDNARZ, 2020). O controle biológico, caracterizado pela utilização de organismos não patogênicos no sítio de infecção, de modo que limite a ação do patógeno ou que aumente a resistência do hospedeiro, também tem sido utilizado (TÖFOLI; DOMINGUES, 2018).

O uso de método biológico no controle de doenças de plantas tem crescido nos últimos anos. Houve um aumento significativo de produtos fabricados à base de microrganismos registrados para diversas culturas (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019). No Brasil esse segmento do agronegócio já representa de 3 % a 5 % das vendas dos produtos químicos (VIEIRA *et al.* 2016). Atualmente, o emprego do método biológico é uma alternativa que não está restrita somente aos agricultores de base agroecológica, sendo os agricultores convencionais os maiores consumidores de produtos biológicos, pois estes minimizam os danos ao ambiente e à saúde, além de os produtores também terem uma maior percepção da necessidade de diversificar as ferramentas para o manejo de doenças (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Somente no ano de 2019, foram registrados 21 biofungicidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, à base de *Trichoderma*, sendo 66 % à base de *Trichoderma harzianum*, 24 % à base de *Trichoderma asperellum*, 5 % à base de *Trichoderma koningiopsis* e 5 % à base de *Trichoderma stromaticum* (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

De acordo com Dalacosta (2019), as espécies de *Trichoderma* possuem rápido crescimento em diversos tipos de meios, facilitando sua produção massal, por isso têm sido utilizadas no controle de biológico de doenças fúngicas, principalmente para o controle de fungos de solo, como *Fusarium oxysporum*. As diferentes espécies do fungo podem interferir na vida do fitopatógeno por diversos mecanismos de ação como a competição por espaço e nutrientes, a antibiose, o micoparasitismo, a fungistase e a indução de resistência, além de estimular as plantas a aumentarem sua tolerância a estresses naturais (INFANTE *et al.*, 2011; MASTOURI; BJÖRKMAN; HARMAN, 2012).

Töfoli e Domingues (2018) afirmam que o fungo quando aplicado via solo ou no substrato no caso de produção de mudas pode reduzir significativamente a ocorrência e a severidade de doenças causadas por patógenos dos gêneros *Fusarium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Verticillium*, *Pythium* e *Phytophthora*.

Sendo assim, a avaliação de novos e potenciais antagonistas de isolados de *Trichoderma* em diferentes fitopatógenos pode possibilitar a obtenção de novos biofungicidas visando aumentar a oferta de produtos de biocontrole.

Desse modo, objetivou-se com o presente trabalho testar *in vitro* o potencial antagonístico de diferentes isolados de *Trichoderma* sobre o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Fitopatologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus Inconfidentes*.

O isolado de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* utilizado no experimento foi proveniente da micoteca da Empresa Sakata, e

os isolados de *Trichoderma* spp. (I₃, I₄, I₅) foram obtidos por Garcia (2020) em serrapilheira do setor de olericultura, da Fazenda Escola do IFSULDEMINAS – *Campus Inconfidentes* e estão armazenados no Laboratório de Fitopatologia – *Campus Inconfidentes*. Utilizou-se também de um isolado obtido do produto comercial Quality® da espécie *Trichoderma asperellum*.

O potencial antagonístico dos diferentes isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* foi avaliado por meio da técnica de confronto direto por meio do pareamento das colônias, conforme metodologia proposta por Dennis e Webster (1971). Para isso, foram utilizados discos com 10 mm de diâmetro obtidos das colônias do fitopatógeno e isolados do antagonista crescidos por 7 dias em meio batata-dextrose-ágar (BDA) e incubados em câmara de crescimento tipo BOD à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. Na montagem do experimento foram utilizadas placas de Petri de 90 mm de diâmetro contendo 20 mL de meio BDA, pH 5,7. Os discos da colônia de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* foram repicados para a superfície do meio de cultura nas placas de Petri, a uma distância de 0,5 cm da borda da placa, sendo as placas incubadas em câmara de crescimento tipo BOD à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas por 48 horas, conforme metodologia proposta por Dennis e Webster (1971). Após o crescimento micelial das colônias de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* por 48 horas, foram repicados discos da colônia dos isolados em lados opostos das placas de Petri a 0,5 cm da borda das placas. As placas de Petri contendo colônia do fitopatógeno e do antagonista pareadas foram incubadas em câmara de crescimento tipo BOD à temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas durante o período de condução do experimento.

Cada isolado de *Trichoderma* spp. foi pareado com o fitopatógeno e considerou-se como testemunha somente o fitopatógeno na

placa de Petri sem o antagonista, totalizando 5 tratamentos, sendo eles: T1 – *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici* x isolado 3 (I3); T2 – *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici* x isolado 4 (I4); T3 – *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici* x isolado 5 (I5); T4 – *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici* x *T. asperellum*; T5 – *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici*. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 7 repetições, sendo cada placa considerada uma parcela.

$$PIC = \frac{\text{tamanho médio da testemunha} - \text{tamanho médio do tratamento}}{\text{tamanho médio da testemunha}} \times 100$$

Determinou-se também o diâmetro médio das colônias em mm e o índice de velocidade do crescimento micelial (IVCM), expresso em mm dia⁻¹, pela fórmula descrita por Oliveira e Machado (1991):

$$IVCM = \frac{\sum (T - Ta)}{N}$$

em que:

T = tamanho médio atual da colônia;

Ta = tamanho médio da colônia no dia anterior e

N = número de dias após a repicagem.

Para a avaliação do antagonismo dos isolados de *Trichoderma* spp. utilizou-se de uma adaptação da escala de notas proposta por Bell, Wells e Markhan (1982), sendo: nota 1 – o antagonista cresce completamente sobre o patógeno e ocupa toda a placa de Petri; nota 2 – o antagonista cresce por pelo menos 2/3 da placa de Petri, sobrepondo-se sobre o patógeno; nota 2,5 – o antagonista cresce por pelo menos 2/3 da placa de Petri, porém não sobrepõe-se sobre o patógeno; nota; 3 – antagonista e patógeno crescem até a metade da placa; nota 4 – o patógeno cresce pelo menos 2/3 da placa; nota 5 – o patógeno cresce completamente por toda a placa de Petri. O antagonismo dos isolados também foi determinado no 7º e 14º dias de incubação.

As avaliações foram iniciadas 24 horas após a repicagem do *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycorpersici*, sendo realizadas diariamente durante período de 14 dias. Foram feitas medições diárias do crescimento micelial frontal das colônias do fitopatógeno e dos antagonistas, com auxílio de um paquímetro digital. A porcentagem da inibição do crescimento micelial (PIC) foi determinada no 7º dia e 14º dia após a incubação e foi calculada com base na fórmula descrita por Menten *et al.* (1976), em que:

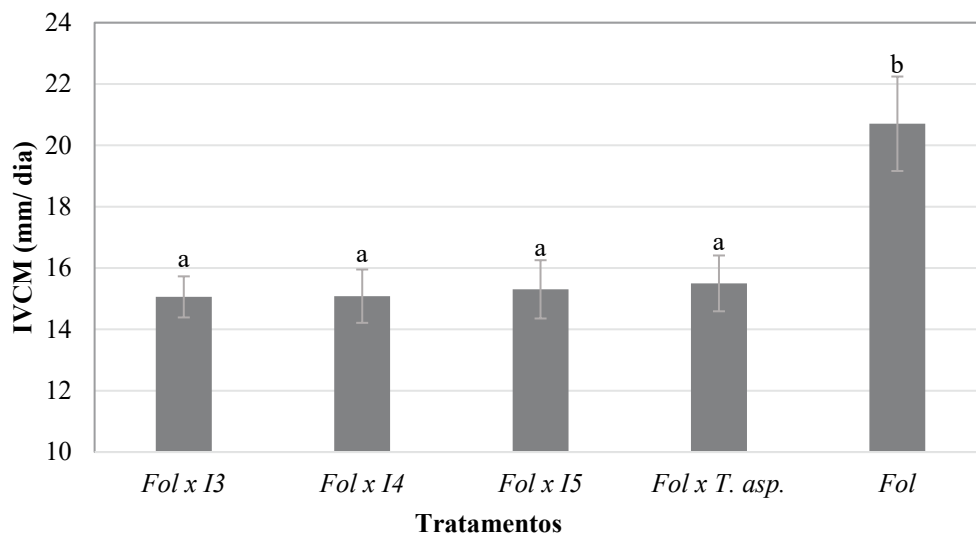
Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade, utilizando o software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Observou-se que mesmo sendo repicados para as placas 48 horas após a transferência do patógeno, os isolados testados de *Trichoderma* (I3, I4, I5 e *T. asperellum*) manifestaram efeito antagônico significativo em relação ao índice de velocidade do crescimento micelial (IVCM) quando comparado com a testemunha, não diferindo entre si (FIGURA 1). A velocidade de crescimento micelial é de extrema importância dentro do controle biológico, uma vez que está relacionada à rápida colonização do substrato quando em competição com o fitopatógeno (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

O IVCM do patógeno foi de 15,06 mm, 15,08 mm, 15,30 mm e 15,50 mm na presença dos isolados I3, I4, I5 e *T. asperellum*, respectivamente, enquanto na testemunha, sem a presença do antagonista, o crescimento foi de 20,07 mm dia⁻¹, o que demonstra que a presença dos isolados inibiram o crescimento

Figura 1 – Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) em mm dia⁻¹ de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) na presença de isolados de *Trichoderma* spp. (I3, I4, I5 e *Trichoderma asperellum*. Inconfidentes/MG, 2021).



*Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

micelial do patógeno. A porcentagem média de inibição do crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pelos isolados foi de 24 %.

Em estudo realizado por Sousa *et al.* (2017), foi demonstrado que 7 dos 9 isolados de *Trichoderma* avaliados tiveram potencial de controle *in vitro* de *R. solani*, 33 % dos isolados estudados tiveram uma redução média de 40 % do IVCM do patógeno e 44 % tiveram uma redução média de 25 % do IVCM. Sá *et al.* (2019) e Soares *et al.* (2019) também confirmaram em seus estudos que *Trichoderma* spp. reduziu o crescimento micelial de *Fusarium* sp. e *Fusarium solani*, causadores de danos na cultura do feijão-caupi e da melancia, respectivamente.

Verificou-se também no 7º dia e no 14º dia após a incubação dos fungos que houve diferença significativa tanto para o tamanho da colônia quanto para o PIC entre os isolados de *Trichoderma* spp. e a testemunha, não sendo observada diferença estatística entre os isolados para ambas as avaliações. Os isolados I3, I4, I5 e *T. asperellum* inibiram o crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* no 7º

dia de avaliação em 40 %, 48 %, 42 % e 42 % e, aos 14 dias, 62 %, 67 %, 64 % e 64 %, respectivamente (TABELA 1).

Ao comparar as avaliações do 7º dia e 14º dia após a incubação, verificou-se que não houve aumento no tamanho das colônias de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* na presença dos isolados, sendo que os isolados não diferiram entre si para o parâmetro avaliado. Esse resultado pode ser explicado em decorrência do encontro frontal das colônias do patógeno com as colônias do antagonista, denotando de certa forma sua eficiência na inibição do crescimento micelial do patógeno. A redução no crescimento micelial de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* também pode estar ligada à liberação de metabólitos, pela competição de nutrientes no meio de cultura ou por micoparasitismo pelo antagonista (MATOS *et al.*, 2014). Além disso, cada espécie de *Trichoderma* possui seu próprio mecanismo de ação para interagir com cada tipo de fitopatógeno (RIBEIRO, 2017).

Observou-se que, com o passar dos dias, o PIC foi aumentando devido ao crescimento

Tabela 1 – Tamanho médio da colônia (TC) e percentual de inibição do crescimento micelial (PIC) de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) por isolados de *Trichoderma* spp. (I3, I4, I5 e *Trichoderma asperellum*) no 7º dia e 14º dia de incubação. Inconfidentes/MG, 2021.

Tratamentos	TC (mm)		PIC (%)	
	7º dia	14º dia	7º dia	14º dia
<i>Fol</i> x I3	23,18 a	23,18 a	40 a	62 a
<i>Fol</i> x I4	19,97 a	19,97 a	48 a	67 a
<i>Fol</i> x I5	22,22 a	22,22 a	42 a	64 a
<i>Fol</i> x <i>T. asperellum</i>	22,31 a	22,31 a	42 a	64 a
Testemunha	38,77 b	61,66 b	0 b	0 b
CV (%)	11,43	10,53	20,18	8,38

*Médias seguidas com letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

contínuo do *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, sem a presença do antagonista. No 7º dia de avaliação, o menor PIC dos isolados em relação à testemunha foi de 40 %, enquanto no 14º dia, de 62 %. Esses valores foram superiores aos encontrados por Fantinel *et al.* (2018), que avaliaram o potencial antagônico de diferentes isolados de *Trichoderma* e *Bacillus thuringiensis* sobre *Colletotrichum siamense*, verificando no 6º dia e 12º dia um PIC máximo de 32 % e 44,2 %, respectivamente. Hoffmann *et al.* (2015) observaram no 7º dia de pareamento que 3 dos 15 isolados tiveram PIC de 38,8 %, 44,4 % e 48,9 % e 12 dos isolados tiveram alto potencial antagônico, inibindo completamente o desenvolvimento do *Fusarium* sp., apresentando percentuais de inibição de crescimento entre 81,2 % e 94,4 %.

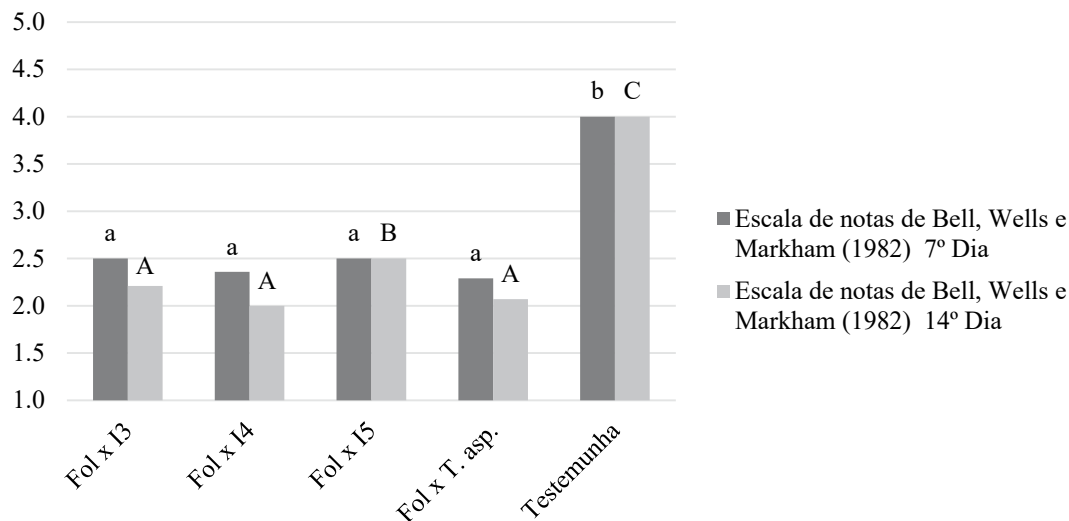
Segundo a escala de Bell, Wells e Markham (1982), no 7º dia, todos os tratamentos que continham os antagonistas diferiram estatisticamente da testemunha, mas não diferiram entre si. Ao final do experimento, os tratamentos que tiveram maior antagonismo foram os que tinham a presença do I3, I4 e *T. asperellum* (FIGURA 2). Portanto, a avaliação do antagonismo por meio da escala de notas possibilitou diferenciar os isolados somente aos 14 dias após a incubação.

Verificou-se que o isolado I5 cresceu por pelo menos 2/3 da placa em todas as repetições, encontrando frontalmente com a colônia de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, sem que fosse observada sobreposição da colônia, enquadrando-se em nota 2,5. O resultado mostrou que o I5, de certa forma, é capaz de inibir o crescimento do patógeno, uma vez que diferiu estatisticamente da testemunha, porém não é tão eficiente quanto o I3, I4 e *T. asperellum*, aos quais foi atribuída nota 2. Os referidos isolados tiveram crescimento micelial que sobrepôs a colônia do patógeno, sugerindo provável micoparasitismo das hifas de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* pelas hifas dos isolados (I3, I4 e *T. asperellum*) de *Trichoderma* spp. De acordo com Meyer, Mazaro e Silva (2019), o micoparasitismo é uma das características mais relevantes do gênero *Trichoderma*.

Diferente desses resultados, Milanesi *et al.* (2013) observaram em seu trabalho 2 isolados de *T. tomentosum* que tiveram nota 1 ao antagonismo de isolados de *Fusarium oxysporum*, ou seja, *in vitro* os isolados de *T. tomentosum* cresceram completamente sobre as colônias do *Fusarium oxysporum*, evidenciando o potencial para o biocontrole dessas espécies.

Cabe ressaltar que, apesar de os resultados terem sido significativos quanto à inibição *in vitro* do *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, pelos

Figura 2 – Média das notas atribuídas ao cultivo pareado de *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici* (Fol) com diferentes isolados de *Trichoderma* spp. (I3, I4, I5 e *Trichoderma asperellum*) no 7º dia e 14º dia de avaliação.



*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1 % de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

isolados testados de *Trichoderma*, não é possível afirmar que eles seriam eficientes *in vivo*. Grigoletti Júnior, Santos e Auer (2000) afirmam que existem algumas limitações com a execução apenas do teste *in vitro* na avaliação do potencial antagônico de determinado fungo, visto que, na maioria das vezes, os resultados obtidos em condições controladas não coincidem ou, às vezes, são diferentes daqueles obtidos em campo ou em casas de vegetação. Sendo assim, é de extrema importância que se realizem avaliações *in vivo* dos isolados avaliados neste trabalho para confirmar seu potencial antagônico em relação ao *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*.

Conclusão

Todos os isolados de *Trichoderma* spp. testados reduziram o crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *in vitro*.

Referências

BEBENDO, I. P. Murchas vasculares. In: AMORIM, L., REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de**

fitopatologia: princípios e conceitos. 5. ed. Ouro Fino/MG: Agronômica Ceres, 2018. v. 1, cap. 25. p. 335.

BELL, D. K.; WELLS, H. D.; MARKHAM, C. R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, v. 72, n. 4, p. 379-382, 1982. Disponível em: https://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1982Articles/Phyto72n04_379.PDF. Acesso em: 19 abr. 2021.

CORREIA, K. C.; MICHEREFF, S. J. Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos. In: LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (ed.). **Desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. Recife, PE: EDUFRPE, 2018. p. 7. Disponível em: http://www.ppgf.ufrpe.br/sites/ww3.ppgf.ufrpe.br/files/lopes_michereff_2018_-_desafios_manejo_doencas_radiculares.pdf. Acesso em: 08 jun. 2021.

DALACOSTA, N. L. **Compatibilidade de *Trichoderma harzianum* associado ao controle**

químico no tratamento de sementes de soja. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/PR, 2019. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4069/1/PB_PPGAG_M_Dalacosta%2c%20Nean%20Locatelli_2019.pdf. Acesso em: 15 jun. 2021.

DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*: III. hyphal interaction. **Mycological Society**, v. 57, n. 3, p. 363-369, 1971.

FANTINEL, V. S.; MUNIZ, M. F. B.; POLETO, T.; DUTRA, A. F.; KRAHN, J. T.; FAVARETTO, R. F.; SARZI, J. S. Biocontrole *in vitro* de *Colletotrichum siamense* utilizando *Trichoderma* spp. e *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. **Ciência Agrícola**, v. 16, n. 3, p. 43-50, 2018. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/157/56>. Acesso em: 25 maio 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039 – 1042, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001. Acesso em: 19 abr. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE STATISTICAL DATABASE - FAOSTAT. **Rankings: countries by commodity.** Countries by commodity. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 25 jun. 2021.

GARCIA, T. R. **Avaliação *in vitro* do antagonismo de isolados de *Trichoderma* spp. sobre *Colletotrichum* sp.** 2020. 31 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, Inconfidentes, 2020.

GRIGOLETTI JÚNIOR, A.; SANTOS, Á. F. dos; AUER, C. G. Perspectivas do uso do controle biológico contra doenças florestais. **Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 155-165, 2000. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2362/1974>. Acesso em: 26 maio 2021.

HOFFMANN, C. A.; CHAGAS, L. F. B.; SILVA, D. P. da; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SCHEIDT5, G. N. Potencial de antagonismo de isolados de *Trichoderma* sp. contra o isolado de *Fusarium* sp., *in vitro*. **Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 236-242, 2015. Trimestral. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3040/0>. Acesso em: 26 maio 2021.

INFANTE, D.; GONZÁLES, N.; MARTINEZ, B.; REYES, Y. Evaluación de la efectividad de doce cepas de *trichoderma asperellum* Samuels sobre tres fitopatógenos en condiciones de campo. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, **Revista de Protección Vegetal**, v. 26, n. 3, p. 194-197, 2011. Disponível em: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522011000300010&lng=en&tlng=en. Acesso em: 21 abr. 2021.

INOUE-NAGATA, A. K.; LOPES, C. A.; REIS, A.; PEREIRA, R. B.; QUESADDO-DURVAL, A. M.; PINHEIRO, J. B.; LIMA, M. F. Doenças do tomateiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** 5. ed. Ouro Fino – MG: Agrônômica Ceres, 2016. v. 2, cap. 70., p. 717-718.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal – PAM -2019.** Brasília, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 15 abr. 2021

LOPES, U. P.; MICHEREFF, S. J. (ed.). **Fundamentos e desafios do manejo de doenças radiculares causadas por fungos**. Recife/PE: EDUFPE, 2018. Disponível em: http://www.ppgf.ufrpe.br/sites/ww3.ppgf.ufrpe.br/files/lopes_michereff_2018_-_desafios_manejo_doencas_radiculares.pdf. Acesso em: 8 jun. 2021.

MASTOURI, F.; BJÖRKMAN, T.; HARMAN, G. E. 1. *Trichoderma harzianum* enhances antioxidant defense of tomato seedlings and resistance to water deficit. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 25, n. 9, p. 1264-1271, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/mpmi-09-11-0240>. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/MPMI-09-11-0240>. Acesso em: 15 jun. 2021.

MATOS, K. S.; CARVALHO, I. F. de; ARAÚJO, D. V. de; SILVA, M. L. da; FARIAS, T. N. Estudo *in vitro* da potencialidade de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *Fusarium guttiforme*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 2234-2243, 2014. Trimestral. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/CIENCIAS%20BIOLOGICAS/Estudo%20in%20vitro.pdf>. Acesso em: 26 maio 2021.

MEDEIROS, F. H. V. de; SILVA, J. C. P. da; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; B. FILHO, A. (ed.). **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino, MG: Agronômica Ceres Ltda., 2018. cap. 17. p. 261-274.

MELO, T. A. de; SERRA, I. M. R. S.; NASCIMENTO, I. T. V. S. do. Efeito do extrato hidroalcoólico e do óleo de nim (*Azadirachta indica*) sobre o fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *vasinfectum* e na resistência induzida de quiabeiros à fusariose. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 2, p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12357>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MENTEN, J. O. M.; MINUSSI, C. C.; CASTRO, C.; KIMATI, H. Efeito de alguns fungicidas no crescimento micelial de *Macrophomina phaseolina* (Tass.) Goid. "*in vitro*". **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 57-66, 1976.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. ***Trichoderma*: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 538 p.

MIELNICZUK, E.; SKWARYŁO-BEDNARZ, B. *Fusarium head blight*, mycotoxins and strategies for their reduction. **Agronomy**, v. 10, n. 4, p. 509, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/4/509/htm>. Acesso em: 16 jun. 2021.

MILANESI, P. M.; BLUME, E.; ANTONIOLI, Z. I.; MUNIZ, M. F. B.; SANTOS, R. F. dos; FINGER, G.; DURIGON, M. R. Biocontrole de *Fusarium* spp. com *Trichoderma* spp. e promoção de crescimento em plântulas de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 347-356, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260772332_Biocontrole_de_Fusarium_spp_com_Trichoderma_spp_e_promocao_de_crescimento_em_plantulas_de_soja. Acesso em: 27 maio 2021.

OLIVEIRA, J. A.; MACHADO, J. C. **Efeito do tratamento fungicida em sementes no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annum* L.)**. 1991. Dissertação - Universidade Federal de Lavras, Lavras. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/33483>. Acesso em: 19 abr. 2021.

RIBEIRO, M. S. **Estudo funcional do gene gluc31 que codifica uma β -1,3-glucanase da família GH16 de *Trichoderma harzianum***. 2017. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO, 2017. Disponível em: <https://repositorio.bc>

ufg.br/tede/bitstream/tede/7346/5/Tese%20-%20Marcela%20Suriani%20Ribeiro%20-%202017.pdf. Acesso em: 26 maio 2021.

SÁ, M. N. F.; LIMA, J. S.; JESUS, F. N.; PEREZ, J. O.; GAVA, C. A. T. Seleção in vitro de agentes de biocontrole visando o controle de *Fusarium* sp. **Acta Brasiliensis**, v. 3, n. 1, p. 14-16, 2019. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/157/56>. Acesso em: 26 maio 2021.

SOARES, M. G. O.; CEZAR, M. A.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; PEREIRA, F. H. F.; CARDOSO, T. A. de L. Antagonismo de *Trichoderma* spp. a *Fusarium solani* e os efeitos na atividade fotossintética da melancia. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 17, n. 2, p. 1-11, ago/dez. 2019. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/5017>. Acesso em: 25 maio 2021.

SOUSA, I. A. L. de; BENCHIMOL, R. L.; SILVA, C. M. da; SANTOS, A. K. A.; SANTOS, A. K. A. Potencial de Biocontrole de *Rhizoctonia solani* do Feijão-Caupi. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 1, p. 86-89, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/2863/v7n1p86-89.pdf>. Acesso em: 25 maio 2021.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Doenças fúngicas. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L. de; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (org.). **Hortaliças-fruto**. 21. ed. Maringá: Eduem, 2018. Cap. 8. p. 296-313.

VIEIRA, B. A. H.; PRADO, J. S. M.; NECHET, K. L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 853 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1059897>. Acesso em: 10 jun. 2021.

WONG, L. C.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SOUZA, N. L. de. Sobrevivência de *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* Raça 2 submetido à técnica da solarização associada à incorporação de folhas de mandioca. **Summa Phytopathologica**, v. 37, n. 2, p. 129-133, jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sp/a/4FrWXd9wLJTtkcnL6DQZhw/?lang=pt>. Acesso em: 08 jun. 2021.