

## Antagonismo de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *Fusarium moniliforme* na cultura do milho

João Carlos Dias Medeiros<sup>(1)</sup>,  
Warlyton Silva Martins<sup>(2)</sup> e  
Flávia Fernandes Ribeiro de Miranda<sup>(3)</sup>

Data de submissão: 15/5/2020. Data de aprovação: 13/7/2020.

**Resumo** – A monocultura do milho favorece o surgimento de doenças com potencial de causar danos econômicos em lavouras. O fungo do gênero *Fusarium* ocupa um papel relevante entre as doenças que podem afetar esta cultura, a exemplo da podridão do colmo e raiz. Desse modo, objetivou-se no presente trabalho avaliar a capacidade de espécies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) como agentes de biocontrole e/ou indução de resistência sobre o fungo *Fusarium moniliforme*, “*in vitro*” e “*in vivo*” em milho. Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Fitopatologia e Casa de Vegetação do Centro Universitário Católica do Tocantins - UniCatólica. No ensaio “*in vitro*” testou-se o antagonismo entre as espécies de *Trichoderma* e o patógeno *F. moniliforme* com o teste de confrontação direta do método de cultura pareada em disco de ágar em placas de petri. No teste “*in vivo*” o delineamento experimental foi inteiramente casualizado do tipo fatorial 3x4x5, consistindo em três formas de aplicação (tratamento de sementes, tratamento de solo e aplicação foliar), quatro espécies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) com cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, com teste Tukey para comparação das médias. Observou-se que a estirpe *T. viride* apresentou-se como expoente ao obter os maiores resultados em ambos os ensaios, inibindo 95% o crescimento do patógeno em meio de cultura. Conclui-se que as espécies de *Trichoderma* apresentam potencial antagonico contra *F. moniliforme*.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Fungos fitopatogênicos. Resistência induzida.

### Antagonism of *Trichoderma* spp. in *Fusarium moniliforme* biocontrol in corn culture

**Abstract** – The monoculture of corn culture favors the appearance of potential diseases to cause economic damage to crops. The fungi *Fusarium* occupies an important role among the diseases that can affect this crop, such as stem and root rot. Thus, this study was aimed to evaluate the ability of *Trichoderma* species (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* and *T. spp.*) as biocontrol agents and/or resistance induction under *Fusarium moniliforme* fungus, “*in vitro*” and “*in vivo*” in corn. The tests were developed at “Laboratório de Fitopatologia e Casa de Vegetação do Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica”. In “*in vitro*” test, the antagonism between the species of *Trichoderma* and the pathogen *F. moniliforme* was tested with the direct confrontation test of the agar disc dual culture method in petri dishes. In “*in vivo*” test, the experimental design was completely randomized in a 3x4x5 factorial type, consisting of 3 forms of application (seed treatment, soil treatment and foliar application), 4 species of *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* and *T. spp.*) with 5 repetitions. The data were subjected

<sup>1</sup> Engenheiro agrônomo pelo Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica. \*[joaocarlosmedeiros93@hotmail.com](mailto:joaocarlosmedeiros93@hotmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0547-4355>.

<sup>2</sup> Engenheiro agrônomo e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Bolsista da Capes. \*[warlytonsilva@gmail.com](mailto:warlytonsilva@gmail.com). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7284-3395>.

<sup>3</sup> Professora mestre do curso de Agronomia do Centro Universitário Católica do Tocantins – UniCatólica. \*[flavia.fernandes@catolica-to.edu.br](mailto:flavia.fernandes@catolica-to.edu.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7199-8766>.

to analysis of variance at 5% probability, with the Tukey test to compare the averages. It was observed that the strain *T. viride* presented itself as an exponent in the presentation of the greatest results in both tests, inhibiting 95% of the growth of the pathogen in culture medium. It is concluded that the species of *Trichoderma* have antagonistic potential against *F. moniliforme*.

**Keywords:** Biological control. Phytopathogenic fungi. Induced resistance.

## Introdução

Pertencente à família *Poaceae* e tendo como centro de origem e domesticação no continente americano, o milho (*Zea mays* L.) é uma das principais commodities agrícolas produzidas no mundo, apresentando desempenho classificado como cíclicos ou sazonais (KAPPES; SILVA; FERREIRA, 2017).

Atualmente, em consonância aos parâmetros e dados observados pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2017), o Brasil é tido como o segundo maior produtor e exportador da cultura, com valores de 98,5 milhões de toneladas produzidas e 36 milhões de toneladas exportadas. Arelada a esta perspectiva, na safra 2017/2018 o seu cultivo foi de aproximadamente 17.063.600 hectares, perfazendo 27,8% da área total ocupada por cultivos agrícolas no país.

No Estado do Tocantins essa cultura tem na agricultura sua principal fonte econômica. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2017), conforme o boletim do 4º levantamento anual de grãos, o milho apresentou-se com participação direta de 14,7% em relação a área plantada para a respectiva safra. Nesta região o plantio é mais intenso em outubro (CONAB, 2016), e o uso seguido do sistema de monocultura nesta produção tende a modificar o equilíbrio natural do agroecossistema, possibilitando o surgimento de pragas e doenças com grande poder de infestação e de causar danos (BARROS, CALADO, 2014; CONAB, 2016).

Entre os agentes causadores de doenças em plantas, os fungos são declarados um dos mais importantes (BOERBOOM, 2018). Segundo Shan *et al.* (2017), um dos gêneros de maior relevância fitopatológica é o *Fusarium*, com grande capacidade de causar danos à cultura do milho, ocasionando as doenças podridão do colmo, podridão rosada da espiga, podridão das raízes, grãos ardidos, entre outras, além da liberação de micotoxinas, como as fumonizinas (PATEL e SARAF, 2017), zearalenona (MOOSA *et al.*, 2017) e desoxinivalenol (DA SILVA *et al.*, 2014), que também são nocivas aos animais e ao homem, aumentando custos de produção e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade e os lucros (CHET *et al.*, 1998; HARMAN, 2006; HUNGRIA, 2010; OLDENBURG *et al.*, 2017).

Assim, conforme aborda Maschietto *et al.* (2017), a utilização de métodos ecologicamente corretos e que agreguem valor aos produtos é uma alternativa para amenizar o entrave vivido na concepção da incidência deste fitopatógeno na cultura do milho, a exemplo do controle biológico, que preconiza o uso de microrganismos antagonistas capazes de interferir na sobrevivência ou nas atividades determinantes da doença provocada pelo fitopatógeno e da indução de resistência (MASCHIETTO *et al.*, 2017).

Neste contexto, fungos do gênero *Trichoderma* são bastante utilizados como objeto de pesquisa na indução de resistência de culturas a fitopatógenos, a exemplo do milho e do arroz, e essa resistência pode ser tanto sistêmica como localizada, uma vez que a atuação fisiológica pode estar associada à competição por nutrientes, produção de metabólitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas da parede celular, quitinases, proteases e glucanases (PAPAVIZAS, 1985; MILANESI, 2013; SARAVANAKUMAR *et al.*, 2017). Além disso, alguns isolados produzem enzimas quitinolíticas e glucanases que são capazes de degradar a parede celular de alguns fitopatógenos (LANUBILE *et al.*, 2017; PATOLE *et al.*, 2017).

Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo avaliar a capacidade de quatro espécies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*), como agentes de

biocontrole e/ou indução de resistência sobre o fungo *Fusarium moniliforme*, “*in vitro*” e “*in situ*” na cultura do milho sob diferentes formas de aplicação.

## **Materiais e métodos**

### **Local de pesquisa**

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia e Casa de Vegetação do Centro Universitário Católica do Tocantins - UniCatólica, no *Campus* de Ciências Agrárias e Ambientais em Palmas – TO, localizado na Rodovia TO 050, Loteamento Coqueirinho, Lote 7, com coordenadas geográficas “48°16’34” W e 10°32’45” S, em altitude de 230 m, no período compreendido entre outubro e dezembro de 2018.

### **Repicagem dos fungos**

Os fungos *F. moniliforme*, *T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*, que pertencem à coleção do Laboratório de Fitopatologia, foram repicados em placas de Petri vertidas com meio de cultura BDA – Ágar Batata Dextrose, previamente esterilizados em autoclave à temperatura de 20 °C e pressão de 1 atm por 20 minutos. As placas foram mantidas em incubação, à temperatura 20 ± 5°C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias.

### **Ensaio I – uso de espécies de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *F. moniliforme* “*in vitro*”**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (T1: *F. moniliforme* + *Trichoderma viride*; T2: *F. moniliforme* + *Trichoderma harzianum*; T3: *F. moniliforme* + *Trichoderma asperellum* e T4: *F. moniliforme* + *Trichoderma* spp.), com cinco repetições dispostas em placas de Petri vertidas com meio de cultura BDA, testando o antagonismo com o teste de confrontação direta do método de cultura pareada em disco de ágar. As placas e o meio de cultura foram previamente autoclavados e incubados durante sete dias, em condições de alternância luminosa (12 horas luz/12 horas escuro), à temperatura de ±25° C.

Avaliou-se o crescimento micelial do patógeno e dos agentes de biocontrole pela medição do diâmetro das colônias, em mm, nos dois sentidos diametralmente opostos, com auxílio de um paquímetro digital, após sete dias.

### **Ensaio II – biocontrole de *F. moniliforme* através de espécies de *Trichoderma* em milho, sob diferentes modos de aplicação “*in situ*”**

#### **Preparo dos vasos e plantio**

Utilizou-se vasos de 1 L de volume, sendo 20 recipientes para cada tratamento. Nestes foram depositados, em proporção 1:1:1, areia, solo e substrato comercial (bioplant®), previamente esterilizados em autoclave à temperatura de 120 °C e pressão de 1 atm por 20 minutos, e homogeneizados.

Sementes de milho 1051 Agrocere® foram semeadas e o desbaste ocorreu no sétimo dia após o semeio.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado do tipo fatorial (3x4x5), consistindo em três formas de aplicação (tratamento de sementes, aplicação via solo e aplicação via foliar), quatro espécies de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) e cinco repetições.

**Tratamento de sementes:** Após o desenvolvimento do fungo (em meio BDA), as sementes foram colocadas em contato direto com cada uma das estirpes de *Trichoderma*. Após 24 horas, as sementes foram dispostas em vaso, divididos por espécie de fungo, compondo assim cinco repetições.

Ao atingirem o estágio de desenvolvimento V4 (quarta folha desenvolvida), as plantas foram inoculadas com o fungo fitopatogênico (*F. moniliforme*) por meio de discos de micélios com aproximadamente 6 mm de diâmetro, fixados na altura do colo das plantas com auxílio de alfinetes metálicos. Uma segunda inoculação foi realizada oito dias após a primeira.

**Aplicação via solo:** Para cada espécie de *Trichoderma*, misturou-se o solo de cinco vasos ao conteúdo de três placas de petri, em bandejas plásticas previamente esterilizadas em álcool 70%. A mistura foi devolvida aos vasos e em seguida realizado o plantio das sementes. A inoculação do patógeno seguiu o mesmo procedimento do tratamento anterior.

**Aplicação via foliar:** Após o preparo dos vasos, as sementes foram plantadas normalmente. Quando as plantas alcançaram o estágio V4, inoculou-se o patógeno conforme procedimento descrito anteriormente. Após 48 horas de contaminação, efetuou-se a primeira pulverização de solução contendo as estirpes de *Trichoderma*, através de pulverizadores plásticos de 250 ml, esterilizados com álcool 70%, sendo um para cada organismo de biocontrole.

Efetuuou-se a segunda e última pulverização aos oito dias contados a partir da primeira pulverização. As soluções utilizadas foram obtidas através da pulverização de 100 ml de água destilada, com auxílio dos pulverizadores, sobre o conteúdo de uma placa de cada estipe. Logo após, foram aplicadas sobre as plantas individualmente.

**Avaliação “in vivo”:** Em casa de vegetação, transcorridos 14 dias da primeira inoculação do patógeno, avaliou-se o agente de biocontrole de maior resposta quanto à inibição do desenvolvimento de *F. moniliforme* e nível de infestação em cada tratamento.

As avaliações obedeceram ao método proposto por Nascimento (1992), através da seguinte escala adaptada de notas: 1 - Plantas totalmente murchas ou mortas; 2 - Sintomas de clorose e/ou murcha, atingindo da metade até  $\frac{3}{4}$  da altura das plantas; 3 - Clorose e/ou murcha das folhas, atingindo até a metade inferior da altura das plantas; e 4 - Ausência de sintomas.

Plantas que receberam notas a partir de três foram classificadas como resistentes (R); as que receberam abaixo de três, como suscetíveis (S).

Após obtenção das notas, analisou-se o Índice de Doença (ID), calculado através da fórmula sugerida por Venturoso (2012):

$$ID = \sum (\text{grau da escala} \times \text{frequência}) \times 100 / (\text{n}^\circ \text{ total de unidades} \times \text{grau máximo da escala}).$$

Para análise de variância, converteu-se o ID através da equação:

$$\sqrt{ID+1}$$

**Tratamento dos dados:** Os dados obtidos de cada tratamento foram submetidos à análise estatística seguindo o modelo de análise de variância a 5% de probabilidade. Executou-se o Teste Tukey para comparação dos resultados dos controles utilizando o software ASSISTAT Versão 7.7 beta (2015).

## Resultados e discussões

### Ensaio I – uso de espécies de *Trichoderma* spp. no biocontrole de *F. moniliforme* “in vitro”

A análise de variância (Tabela 1) mostra que o desenvolvimento do patógeno em meio de cultura BDA foi influenciado pelo agente de biocontrole no seu crescimento, apresentando nível de significância a 1% de probabilidade ( $p < .01$ ).

Tabela 1 - Análise de variância do crescimento micelial de *F. moniliforme* em pareamento antagônico com quatro espécies de *Trichoderma*.

Fator de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	3	1048.54000	349.51333	6.5292 **
Resíduos	16	856.49200	53.53075	
Total	19	1905.03200		

Fonte: Os autores (2018).

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \geq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

O resultado do pareamento antagônico entre as espécies de *Trichoderma* e *F. moniliforme* é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Crescimento micelial de estirpes de *Trichoderma* em oposição à *F. moniliforme* “*in vitro*”.

Tratamento	Crescimento micelial (mm)		
T1 ( <i>T. v.</i> x <i>F. m.</i> )	58,00 a	x	9,86 b
T2 ( <i>T. h.</i> x <i>F. m.</i> )	65,84 a	x	26,48 a
T3 ( <i>T. a.</i> x <i>F. m.</i> )	64,24 a	x	22,90 ab
T4 ( <i>T. ssp.</i> x <i>F. m.</i> )	65,16 a	x	28,44 a

Fonte: Os autores (2018).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O *T. viride* foi o agente que mais suprimiu o crescimento do fitopatógeno *in vitro*, com cerca de 89% de inibição. Neste tratamento a média do progresso das colônias de *F. moniliforme* foi pouco maior que 9,8 mm (Tabela 2).

Embora o melhor desenvolvimento de micélio tenha sido de *T. harzianum*, este não impediu o patógeno de aumentar sua estrutura na placa, sendo a maior média do ensaio. Apesar disso, as quatro espécies de *Trichoderma* mostraram potencial antagônico contra *F. moniliforme*.

Trabalhos foram desenvolvidos para determinar a ação de *Trichoderma* sobre fungos do gênero *Fusarium*, com resultados positivos “*in vitro*”. Vaz *et al.* (2007) conseguiram resultados similares utilizando as espécies *T. harzianum*, *T. viride*, *T. virens* e *T. stromaticum*, que impediram o crescimento de *F. solani* em 56,1 e 92,1%, com o melhor resultado para *T. virens*.

Machado (1999), utilizando um isolado de *T. viridede*, obteve 52% de inibição de *F. moniliforme*. Com resultados semelhantes sobre *F. oxysporum*, Carvalho *et al.* (2011) conseguiram ótimos resultados no antagonismo de *T. harzianum*. Já Carvalho *et al.* (2015), concluíram que os antagonistas *T. longibrachiatum*, *T. harzianum* e *T. viride* são eficientes na inibição do crescimento micelial de *F. solani*, em condições de laboratório.

Segundo Dennis e Webster (1971), o antagonismo desse gênero é oriundo da liberação de antibióticos com amplo espectro de ação, a exemplo de glitoxina, viridina, trichodermina, alamectina, dermadina, entre outros, que têm a capacidade de inibir o desenvolvimento de outros fungos. Melo (1996) relata que esses fungos também podem produzir enzimas capazes de degradar a parede celular de células de fungos fitopatogênicos, tais como celulase e hemicelulase (MACIEL *et al.*, 2014; CARVALHO *et al.*, 2015; SARAVANAKUMAR *et al.*, 2017).

### **Ensaio II – biocontrole de *F. moniliforme* através de espécies de *Trichoderma* em milho, sob diferentes modos de aplicação “*in situ*”**

A análise de variância do ensaio II (Tabela 3) mostra que os resultados obtidos através das formas de aplicação das estirpes de *Trichoderma* foram significativos ao nível de 1% de probabilidade, confirmando que as espécies testadas apresentaram níveis distintos de biocontrole nas plantas de milho em relação aos efeitos prejudiciais do fungo patógeno.

Entretanto, aponta-se que a ação das quatro espécies do agente de biocontrole *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum* e *T. spp.*) não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, ou seja, não expressou diferença no controle do fitopatógeno. Já o teste que traz a interação entre os dois fatores foi significativo ao nível de 1%, denotando que houve influência considerável entre os métodos de aplicação e as estirpes utilizadas.

Tabela 3 - Análise de variância das notas atribuídas aos sintomas causados pelo fungo *F. moniliforme* em milho submetido a diferentes formas de aplicação de espécies de *Trichoderma*.

Fator de variação	GL	SQ	QM	F
Formas de aplicação	2	15.74441	7.87221	16.8899 **
Espécies de <i>Trichoderma</i>	3	3.89938	1.29979	2.7887 ns
Interação Formas de aplicação x Espécies de <i>Trichoderma</i>	6	12.91591	2.15265	4.6185 **
Tratamentos	11	32.55970	2.95997	6.3506 **
Total	59	54.93202		

Fonte: Os autores (2018).

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ ).

A Tabela 4 exibe os valores médios da interação entre os fatores estudados, onde as menores notas estão relacionadas à maior presença de sintomas de infecção. Observando que não houve diferença estatística entre os resultados da ação dos fungos do gênero *Trichoderma* quando aplicados através do tratamento de sementes, essa também foi a forma de aplicação do experimento, na qual as plantas foram mais afetadas pelo patógeno, com manchas e necroses foliares, tornando-as totalmente murchas. Neste tratamento 35% das plantas mostraram-se suscetíveis à *F. moniliforme*.

Tabela 4 - Média de notas obtidas da interação entre as formas de aplicação e as espécies de *Trichoderma* utilizadas no ensaio.

Forma de aplicação	Espécies de <i>Trichoderma</i>			
	<i>T. harzianum</i>	<i>T. viride</i>	<i>T. asperellum</i>	<i>T. spp.</i>
Tratamento de sementes	6,48 bA	5,95 bA	6,48 bA	6,83 aA
Tratamento de solo	8,07 aA	8,07 aA	8,07 aA	6,46 aB
Aplicação foliar	6,83 bB	8,07 aA	7,32 abAB	6,83 aB
CV %	9,59			

Fonte: Os autores (2018).

Valores em uma mesma linha, seguidos por letras maiúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey, enquanto valores em uma mesma coluna, seguidos por letras minúsculas idênticas não diferem entre si ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

O contato prévio das sementes de milho com os agentes de biocontrole poderia ter expressado nas plantas, ao sofrerem ataque do patógeno, uma provável indução de resistência, por meio da ativação dos mecanismos de defesa da planta pelos agentes, contudo, quase metade das plantas foram classificadas como suscetíveis, sinalizando que não houve indução.

Durigon (2012), ao estudar o biocontrole de *Trichoderma* spp., através do tratamento de sementes contra a podridão do colmo em milho causada por *Fusarium*, constatou que o antagonista não provocou modificações significativas na incidência da doença. Este pesquisador relacionou o potencial anti-fitopatogênico não exercido pelas cepas à provável baixa capacidade destas em colonizar a rizosfera das plantas de milho, ao mencionar que algumas cepas de *Trichoderma*, historicamente, não possuem tal habilidade.

O tratamento de solo mostrou-se mais eficiente em proteger as plantas de milho com menos sintomas de infecção. Neste tratamento, a maioria das plantas apresentaram somente clorose das primeiras folhas, e a taxa de plantas resistentes foi de 90%, sugerindo que as espécies de *Trichoderma* estudadas induziram as plantas a ativarem mecanismos de resistência provenientes da relação antecipada dos agentes com as sementes. Ademais, para o tratamento que utilizou aplicação foliar das espécies de *Trichoderma*, os resultados também foram satisfatórios, com 85% de plantas resistentes ao fitopatógeno.

Segundo Harman *et al.* (2004), algumas espécies de *Trichoderma* podem colonizar superficialmente os tecidos das raízes (epiderme e córtex), e dessa apropriação são liberados elicitores, que, conseqüentemente, atuam induzindo resistência na planta. Essa adaptação se deve ao fato de que o gênero *Trichoderma* é naturalmente encontrado no solo (WEEDEN *et al.*, 2008), justificando os melhores resultados no experimento em que o milho foi conduzido em substrato tratado com estes fungos.

Benítez *et al.* (2004) discorrem que, ao penetrar as raízes das plantas, *Trichoderma* induz a planta a produzir uma resposta à invasão, acumulando fitoalexinas, flavanóides, terpenóides, derivados fenólicos, aglaconas e outras substâncias antimicrobianas, em relação às quais este gênero apresenta grande capacidade de tolerância.

Confrontando os resultados da influência dos organismos benéficos, as menores médias foram do fungo *T. spp.*, que obteve médias idênticas. Ao passo que *T. viride* apresentou mais eficiência ao controlar o patógeno quando administrado por meio do tratamento de solo e aplicação foliar, corroborando o resultado deste fungo no ensaio *in vitro*. Semelhantemente, *T. harzianum* apresentou maiores médias ao ser utilizado para o tratamento de solo (Tabela 4).

Nashwa *et al.* (2008), com aplicação de formulações a base de *T. harzianum* e *T. viride* em substrato sob casa de vegetação, detectaram redução da incidência de “Murcha de Fusarium” em feijão cultivar Giza 3. Em outro trabalho com estas duas espécies de *Trichoderma*, Poddar *et al.* (2004) observaram eficiência no biocontrole de murcha em grão de bico ocasionada por *F. oxysporum* f. sp. *ciceris*.

Mesmo com a igualdade dos resultados do experimento com tratamento de sementes deste trabalho, Pandolfo (2007), avaliando a capacidade de três isolados de *Trichoderma* sp. em controlar *F. oxysporum* em feijoeiro, mostrou que o tratamento de sementes, através da inoculação do agente de biocontrole, foi eficiente. O autor identificou que houve controle efetivo do agente fitopatogênico através do isolado TSV (T = *Trichoderma* sp.; SV = selvagem), obtido de uma área não cultivada e sem aplicação de produtos químicos.

Corroborando os achados nesta pesquisa, Junior *et al.* (2018), testando e selecionando isolados de *Trichoderma* spp., concluíram que estes apresentam diferentes formas de antagonismo, uma vez que esses fungos podem apresentar maior ou menor agressividade ante o fitopatógeno no solo. Em plantas de milho, Venegas e Scudeler (2012) perceberam que sementes inoculadas com *Trichoderma* tiveram maiores resultados em comparação aos demais tratamentos. Tais autores concluíram que esses organismos favorecem a síntese hormonal e antibiótica que tendem a suprimir possíveis doenças na cultura.

### Considerações finais

A espécie *T. viride* apresentou os maiores resultados em ambos os ensaios, *in vivo* e *in vitro*, com 95% de inibição do crescimento do patógeno em meio de cultura, apresentando-se como agente de biocontrole.

As quatro espécies de *Trichoderma* apresentaram potencial antagônico contra *F. moniliforme*.

O tratamento via solo com aplicação das cepas de *Trichoderma* apresentou-se com maior capacidade de indução de resistência e/ou biocontrole em milho, com taxa de 90%, seguido da aplicação foliar com 85% das plantas consideradas resistentes.

### Referências

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora. Évora, 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebenta-milho.pdf>. Acesso em: 16 out. 2019.

- BENÍTEZ, T. *et al.* Biocontrol, mechanisms of *Trichoderma* strains. **International Microbiology**, v. 7, p. 249-260, 2004.
- BOERBOOM, M. L. **Plants and seeds of corn variety CV466191**. U.S. Patent n. 10, 143, 158, 4 dez. 2018.
- CARVALHO, D. D. C. *et al.* Controle de *Fusarium oxysporum* f.sp. phaseoli *in vitro* e em sementes, e promoção do crescimento inicial do feijoeiro comum por *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology** 36 (1) January – February 2011.
- CARVALHO, D. D. C. *et al.* Biological control of *Fusarium* wilt on common beans by in-furrow application of *Trichoderma harzianum*. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, n. 6, p. 375-381, 2015.
- CHET, I. *et al.* **Mycoparasitism and lytic enzymes**. London, p. 153-172, 1998.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim do quarto levantamento de grãos SAFRA 2017/2018 para o Estado do Tocantins**. 2017. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18\\_01\\_12\\_11\\_18\\_38\\_boletim\\_4o\\_levantamento\\_da\\_safra\\_de\\_graos\\_2017-2018\\_-\\_Tocantins-dezembro\\_-\\_2017](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/18_01_12_11_18_38_boletim_4o_levantamento_da_safra_de_graos_2017-2018_-_Tocantins-dezembro_-_2017). Acesso em: 18 ago. 2019.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. v. 1 - Safra 2015/16, n. 7. Sétimo levantamento, Brasília, 158 p., abr. 2016.
- DA SILVA, A. N. *et al.* Efecto de los productos químicos y de *Trichoderma* spp. En control del *fusarium solani* de la fruta de pasión. **Interciencia**, v. 39, n. 6, p. 398-403, 2014.
- DENNIS, C.; WEBSTER, J. Antagonistic properties of species – groups of *Trichoderma*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 57, p. 25-39, 1971.
- DURIGON, M. R. **Fatores de produção de milho em função da adubação orgânica e de *Trichoderma* spp.** Santa Maria, 2012. 84 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria.
- GWA, V. I.; NWANKITI, A. O. In vitro antagonistic potential of *Trichoderma harzianum* for biological control of *Fusarium moniliforme* isolated from *Dioscorea rotundata* tubers. **Virology**, v. 6, n. 2, p. 2-8, 2017.
- HARMAN, G. E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* ssp. **Phitopathology**, Lancaster, v. 96, p. 190-194, 2006.
- HARMAN, G. E. *et al.* Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects to these interactions on diseases cause by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. **Phitopathology**, Lancaster, v. 34, p. 147-153, 2004.
- HUNGRIA, M. *et al.* O. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. **Plant Soil**, v. 331, p. 413-425, 2010.

- JUNIOR, A. F. C. et al. Ação de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani* e *Sclerotium rolfsii*. **Agri-environmental sciences**, v. 4, n. 2, p. 9-15, 2018.
- KAPPES, C.; SILVA, RG da; FERREIRA, V. E. N. Aplicação foliar de *Azospirillum brasilense* e doses de nitrogênio em cobertura no milho safrinha. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 3, p. 366-373, 2017.
- LANUBILE, A. et al. Molecular basis of resistance to *Fusarium* ear rot in maize. **Frontiers in plant science**, v. 8, p. 1774, 2017.
- MACHADO, R. S. S. **Efeito de *Trichoderma viride* associado a sementes de milho (*Zea mays* L.) sobre microrganismos fitopatogênicos**. 1999. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1999.
- MACIEL, C. G. et al. Antagonismo de *Trichoderma* spp. e *Bacillus subtilis* (UFV3918) a *Fusarium sambucinum* em *Pinus elliottii* Engelm. **Revista árvore**, v. 38, n. 3, p. 505-512, 2014.
- MASCHIETTO, V. et al. QTL mapping and candidate genes for resistance to *Fusarium* ear rot and fumonisin contamination in maize. **BMC plant biology**, v. 17, n. 1, p. 20, 2017.
- MELO, I. S. *Trichoderma* e *gliocladium* como bioprotetores de plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão Anual de Patologia em Plantas**, Passo Fundo, v. 4, p. 261-295, 1996.
- MILANESI, P. M. et al. Biocontrole de *Fusarium* spp. com *Trichoderma* spp. e promoção de crescimento em plântulas de soja. **Rev. de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 3, p. 347-356, jul. 2013.
- MOOSA, A. et al. Antagonistic potential of *Trichoderma* isolates and manures against *Fusarium* wilt of tomato. **International journal of vegetable science**, v. 23, n. 3, p. 207-218, 2017.
- NASCIMENTO, C. E. S. Efeito do ácido indol-butírico no enraizamento de estacas semi-lenhosas de acerola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.13, n.3, p. 255-257, 1992.
- NASHWA, M. A. et al. Evaluation of *Trichoderma* species as biocontrol agents for damping-off and wilt diseases of *Phaseolus vulgaris* L. and efficacy of suggested formula. **Egyptian Journal Phytopathology**, Assiut, v. 36, p. 81-93, 2008.
- OLDENBURG, E. et al. *Fusarium* diseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed. **Mycotoxin research**, v. 33, n. 3, p. 167-182, 2017.
- PANDOLFO, J. D. **Associação de *Trichoderma* sp. e fungicidas no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli***. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- PAPAVIZAS, G.C. *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology, and potencial for biocontrol. **Annual Review of Phytopathology**, vol.23, p. 23-54. 1985.

- PATEL, S.; SARAF, M. Biocontrol efficacy of *Trichoderma asperellum* MSST against tomato wilting by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 50, n. 5-6, p. 228-238, 2017.
- PATOLE, S. P. *et al.* In vitro evaluation of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* against *Fusarium wilt* of Chickpea. **Int J Pure Appl Biosci**, v. 5, n. 5, p. 460-464, 2017.
- PODDAR, R. K.; SINGH, D. V.; DUBEY, S. C. Integrated application of *Trichoderma harzianum* mutants and carbendazim to manage chickpea wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 74, p. 346–348, 2004.
- SARAVANAKUMAR, K. *et al.* Effect of *Trichoderma harzianum* on maize rhizosphere microbiome and biocontrol of *Fusarium Stalk* rot. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2017.
- SCUDELER, F.; VENEGAS, F. *Trichoderma harzianum* associado ou não a fungicidas em tratamento de sementes na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 5, p. 9-19. 2012.
- SHAN, L. Y. *et al.* First report of *Fusarium brachygibbosum* causing maize stalk rot in China. **Plant Disease**, v. 101, n. 5, p. 837, 2017.
- USDA. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. [S. l.]: WASDE, 2017. 40 p.
- VAZ, A. B. *et al.* **Antagonismo in vitro de *Trichoderma* spp. a *Fusarium solani*, agente causal da podridão do colo e raízes do maracujazeiro**. X CONPEX – Congresso de Pesquisa e Extensão / XI seminário de iniciação científica. Vitória da Conquista - BA, 2007.
- VENTUROSOS, L. R. **Implicações da inoculação de *Sclerotinia sclerotiorum* em culturas energéticas**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2012.
- WEEDEN, C. R.; SHELTON, A. M.; HOFFMAN. **Biological control**: A guide to natural enemies in North America. 2008. Disponível em: <http://.Nysaes.Cornell.edu/ent/biocontrole>. Acesso em: 20 out. 2019.