

**Efeito de produtos fitossanitários químicos sobre os fungos *Trichoderma harzianum*
(Ecotrich®) e *Purpureocillium lilacinum* (Nemat®)**

**Effect of plant protection chemicals about the fungi *Trichoderma harzianum* and
*Purpureocillium lilacinum***

**Efecto de los productos químicos para la protección de las plantas sobre los hongos
Trichoderma harzianum (Ecotrich®) y *Purpureocillium lilacinum* (Nemat®)**

Recebido: 04/04/2020 | Revisado: 18/04/2020 | Aceito: 20/04/2020 | Publicado: 20/04/2020

Elisângela de Souza Loureiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9708-3775>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: elisangela.loureiro@ufms.br

Jose Augusto Dias Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9607-2567>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: diasnetojoseaugusto@gmail.com

Luis Gustavo Amorim Pessoa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4646-062X>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: luis.pessoa@ufms.br

Pamella Mingotti Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0963-9455>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: pamellamingotti@hotmail.com

Daimara Viviane Adão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6289-2268>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: daimaraviviane12@gmail.com

Lidiane Arissa Yokota

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5478-9930>

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: lidianeyokota@gmail.com

Resumo

Os fungos encontrados na rizosfera, no solo como *Trichoderma harzianum* e *Purpureocillium lilacinum* são importantes antagonistas contra doenças radiculares e nematoides fitopatogênicos. O objetivo do trabalho foi testar a compatibilidade dos fungos *T. harzianum* (Ecotrich[®]) e *P. lilacinum* (Nenat[®]) aos produtos fitossanitários químicos utilizados no tratamento de sementes de soja. Foram testados os produtos químicos Avicta[®] (nematicida e inseticida), Cruiser[®] (inseticida), Maxim XL[®] (fungicida), ambos em suas doses recomendadas. O meio de cultura adicionado aos produtos fitossanitários químicos foi vertido em placas de Petri. Os fungos foram inoculados com auxílio de uma alça de platina em três pontos equidistantes, totalizando 9 colônias de cada fungo. As placas foram vedadas com filme plástico (pvc) e mantidas em B.O.D. a 25±1 °C de temperatura, 70±10% de umidade relativa e 12 h de fotofase, durante 10 dias. Para o tratamento testemunha foi composto pelo meio de cultura BDA sem a adição de produtos químicos. Os testes de compatibilidade foram realizados *in vitro*, avaliando-se a esporulação e a germinação dos conídios em relação à testemunha. Os produtos químicos Avicta[®], Cruiser[®] e Maxim XL[®], permitiram o crescimento de colônias dos fungos *T. harzianum* e *P. lilacinum*. Os produtos Avicta[®], Cruiser[®] e Maxim XL[®] foram classificados através do índice biológico como compatíveis ao fungo *T. harzianum*. Com relação ao fungo *P. lilacinum*, os produtos Cruiser[®] e Maxim XL[®] foram classificados como compatíveis, porém o produto químico Avicta[®] foi classificado como moderadamente tóxico, sendo que este produto químico pode ter algum efeito sobre o fungo *P. lilacinum*.

Palavras-chave: Fungos antagonistas; Compatibilidade; Índice biológico.

Abstract

The fungi in the rhizosphere, soil as *Trichoderma harzianum* and *Purpureocillium lilacinum* important antagonists against pathogenic nematodes and root diseases. The objective of the work was to test the compatibility of the microbiological fungicides Ecotrich[®] and Nenat[®] with the chemical phytosanitary products used in the treatment of soybean seeds. We tested the following chemicals Avicta[®] (nematicide and insecticide), Cruiser[®] (insecticide), Maxim XL[®] (fungicide), both in their recommended doses. The culture medium the added chemical products were poured into Petri dishes. The fungi were inoculated with the aid of a platinum loop in three equidistant points, totaling 9 colonies of each fungus. The plates were sealed with plastic film (PVC) and maintained in B.O.D. at 25±1 °C temperature, 70±10% RH and 12 h photophase for 10 days. For the control treatment were poured in the Petri dishes PDA

culture medium without the addition of chemicals. The compatibility tests were performed in vitro by comparing changes in vegetative growth, sporulation and spore germination compared to the control. The chemicals Avicta[®], Cruiser[®] and Maxim XL[®], allowed the growth of colonies of fungi *T. harzianum* and *P. lilacinum*. Products Avicta[®], Cruiser[®] and Maxim XL[®] were classified by biological index as compatible to the fungus *T. harzianum*. With regard to the fungus *P. lilacinum* products Cruiser[®] and Maxim XL[®] were classified as compatible, but the chemical Avicta[®] was classified as moderately toxic, and this chemical can have some effect on the fungus *P. lilacinum*.

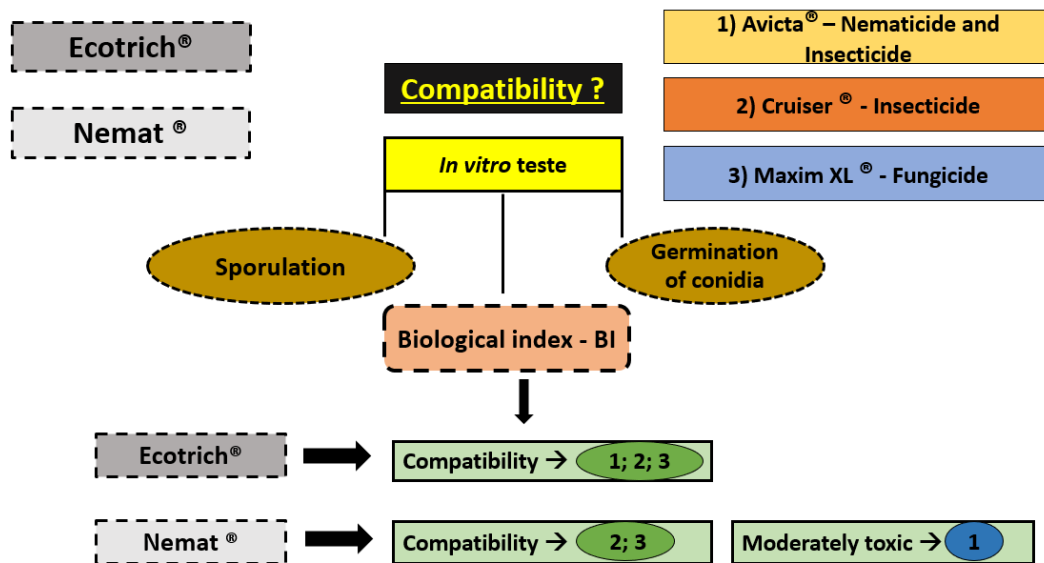
Keywords: Antagonistic fungi; Compatibility, Biological index.

Resumen

Los hongos encontrados en la rizosfera, no solo en *Trichoderma harzianum* y *Purpureocillium lilacinum* son antagonistas importantes contra las causas fitopatógenas y los nematodos. El objetivo del trabajo fue evaluar la compatibilidad de dos hongos *T. harzianum* (Ecotrich[®]) y *P. lilacinum* (Nenat[®]) con productos químicos fitofarmacéuticos utilizados para el tratamiento de la soya. Se probaron los productos químicos Avicta[®] (nematicida e insecticida), Cruiser[®] (insecticida), Maxim XL[®] (fungicida), ambas dosis recomendadas. Medio de cultivo añadido a productos químicos para la protección de las plantas derramado en placas de Petri. Usted fue inoculado con una etapa auxiliar en tres puntos equidistantes, totalizando 9 colonias de cada hongo. Como foramina cerrada con película plástica (pvc) y mantas en B.O.D. a una temperatura de 25±1 °C, 70±10% de humedad relativa y 12 horas de fotofase, durante 10 días. Para el tratamiento, el control se vertió en placas de Petri o medio de cultivo BDA sin agregar productos químicos. Se realizaron pruebas de compatibilidad interna, evaluando la esporulación y la germinación de dos condiciones en relación con la prueba. Los productos químicos Avicta[®], Cruiser[®] y Maxim XL[®], permitirán o cultivarán colonias de dos hongos *T. harzianum* y *P. lilacinum*. Los productos Avicta[®], Cruiser[®] y Maxim XL[®] se clasifican según el índice biológico, ya que son compatibles con el hongo *T. harzianum* o con el hongo. Dependiendo de *P. lilacinum*, los productos Cruiser[®] y Maxim XL[®] se clasifican como compatibles, sin embargo, el químico Avicta[®] se clasifica como moderadamente tóxico, y este químico puede tener algún efecto sobre el hongo *P. lilacinum*.

Palabras clave: Hongos antagonistas; Compatibilidad; Índice biológico.

Graphical abstract



1. Introdução

O tratamento de sementes favorece o desenvolvimento inicial das plantas, protege contra insetos, fitopatógenos e fitonematoides podendo induzir outros mecanismos de defesa vegetal. A integração no tratamento de sementes, de produtos químicos com agentes de controle biológico (ACB), fornece proteção maior às plantas (Dubey et al., 2011). Os fungos encontrados na rizosfera e no solo como *Trichoderma harzianum* (Rifai) e *Purpureocillium lilacinum* (Thom.) são importantes ACB (Bettiol et al., 2012, Dias Neto, 2014).

O gênero *Trichoderma* tem potencial de antagonismo, sendo o mais pesquisado e estudado no mundo. Sua eficiência tem sido demonstrada em trabalhos de laboratório, casa de vegetação e a campo, como agente biocontrolador de patógenos em diferentes culturas (Rubio et al., 2017). *P. lilacinum* é um fungo oportunista com pouca especificidade de hospedeiros (Medrano-López, Madera & Foz, 2015). É um parasita de ovos e cistos de *Meloidogyne incognita* (Yue et al., 2019), *Radopholus similis*, *Heterodora* spp., *Globodera* spp., *Rotylenchulus reniformes* (Kannan & Veeravel, 2012, Castillo, Lawrence & Kloepper, 2013).

A utilização de ACB nos agroecossistemas é uma das principais estratégias adotadas no Manejo Integrado de Pragas (MIP) e doenças (MID). Deve-se conhecer a ação dos produtos fitossanitários de origem química sobre os microrganismos entomopatogênicos e antagonistas, em seguida determinar sua compatibilidade. O controle integrado, com a utilização de produtos fitossanitários seletivos inseticidas, herbicidas e fungicidas em

conjunto com os ACB, pode ser uma estratégia segura e eficiente (Loureiro et al., 2002). Porém, nem sempre, a escolha dos produtos prioriza o grau de seletividade ou compatibilidade aos inimigos naturais (Toscano et al., 2012).

Segundo Alves e Lopes (2008), a ação dos produtos fitossanitários sobre os ACB pode variar em função de cada espécie e linhagem do patógeno, da natureza química dos produtos e das dosagens utilizadas, sendo verificados efeitos sobre o crescimento vegetativo, a viabilidade e a conidiogênese dos fungos, podendo ocorrer alterações de sua composição genética, acarretando modificações na sua virulência.

Existem evidências de que produtos químicos utilizados na proteção das culturas podem ter efeitos antagônicos, nulos ou sinérgicos sobre a atividade de fungos utilizados no controle biológico no agroecossistema (Silva, Neves & Santoro, 2005). Muitos dos produtos fitossanitários químicos utilizados em cultivos agrícolas podem ser utilizados em conjunto com produtos de origem biológica, sem que haja interferência na biologia do fungo. Outros ainda, podem inibir o desenvolvimento ou que tenham a persistência no ambiente reduzida, pela toxicidade (incompatibilidade) de moléculas utilizadas nas formulações químicas (Alves & Lopes, 2008, Barbosa Júnior, 2020).

A preservação dos ABC de ocorrência natural é essencial para evitar ressurgência e surtos de pragas ou quando são aplicadas de modo inundativo, associado ou não a produtos fitossanitários (Neves et al., 2001). Assim, conhecer a compatibilidade destes produtos sobre as diversas fases de desenvolvimento dos fungos e a utilização de produtos fitossanitários seletivos aos inimigos naturais como os antagonistas é uma estratégia segura e eficiente em programas de MIP e MID (Loureiro et al., 2002; Medeiros et al., 2018). Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi testar a compatibilidade dos fungos *T. harzianum* (Ecotrich[®]) e *P. lilacinum* (Nemat[®]) aos produtos fitossanitários químicos usualmente utilizados no tratamento de sementes de soja.

2. Metodologia

O trabalho realizado seguiu a metodologia de pesquisa laboratorial de natureza qualitativa e quantitativa, segundo proposto por Pereira et al. (2018). O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul. Foram utilizados os fungos *Trichoderma harzianum* strain IBLF006 (Ecotrich[®]) e *Purpureocillium lilacinum* strain Pae 10 (Nemat[®]).

Os fungos foram cultivados em placas de Petri (9 cm de diâmetro) contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA), acondicionadas em estufa do tipo B.O.D. a 27 ± 1 °C, $70\pm 10\%$ UR e fotofase de 12 h, durante 12 dias. Os agroquímicos utilizados, com diferentes ingredientes ativos, foram empregados em volume adequados aos ensaios e preparados proporcionalmente as recomendações de seus fabricantes (Tabela 1).

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados no tratamento de sementes de soja para o controle de nematoides, insetos e fungos fitopatogênicos na cultura da soja.

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Tipo Formulação	Dose	Grupo Químico
Avicta[®] (Nematicida/ Inseticida)	Abamectina	FS	100mL/ 100Kg sementes	Avermectina
Cruiser[®] (Inseticida)	Thiametoxan	FS	200 mL/ 100Kg sementes	Neonicotinoide
Maxim XL[®] (Fungicida)	Fludioxonil + Metalaxil-M	SC	100L/ 100Kg sementes	Fenilpirrol + Acilalaninato

1- Nematóide-das-galhas (*M. incognita*), Nematóide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*) e Lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*).

2- Cupins (*Procornitermes triacifer*), Lagarta-elasma (*E. lignosellus*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) raça B.

3- Mancha Olho de Rã (*Cercospora sojina*), tombamento (*Rhizoctonia solani*) e podridão-vermelha-da-raiz (*Fusarium solani*)

FS- Suspensão concentrada para sementes. SC- Suspensão concentrada

Foram testados os seguintes produtos químicos: Avicta[®] (nematicida e inseticida), Cruiser[®] (inseticida), Maxim XL[®] (fungicida). Os testes de compatibilidade foram realizados *in vitro* comparando-se as variações do crescimento vegetativo, da esporulação e da germinação dos conídios em relação à testemunha (Tabela 1).

Os produtos químicos, foram incorporados proporcionalmente a 200 mL do meio de cultura BDA, ainda na fase líquida à temperatura ao redor de 45 °C, previamente autoclavado. Após, a mistura foi vertida em placas de Petri (9 cm de diâmetro), em câmara asséptica. Os fungos *T. harzianum* e *P. lilacinum* foram inoculados com auxílio de alça de platina em três pontos equidistantes, sendo as placas vedadas com filme plástico e mantidas em B.O.D. a 25 ± 1 °C de temperatura, $70\pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase, durante 10 dias, conforme metodologia proposta por Alves et al. (1998). Para o tratamento testemunha foi vertido nas placas de Petri o meio de cultura BDA (sem a adição de produtos químicos) e os fungos foram igualmente inoculados como no tratamento anterior.

A avaliação do crescimento vegetativo foi realizada no 10^o dia após a inoculação dos fungos, retirando-se um disco de 2 cm de diâmetro de cada colônia, com auxílio do vazador. Foram retirados seis anéis das nove colônias crescidas os quais corresponderam às seis repetições (Alves et al., 1998).

A produção de conídios foi avaliada colocando-se cada disco em tubos de ensaio contendo 10 mL de água destilada esterilizada e Tween 80[®] (0,1% vv). Após a remoção dos conídios por vigorosa agitação de tubos foi realizada a contagem ao microscópio óptico em câmara de Neubauer[®], utilizando diluições da suspensão quando necessário. Foram realizadas quatro leituras de cada colônia.

A germinação dos conídios dos fungos foi determinada através da metodologia proposta por Neves et al. (2001) onde uma suspensão padronizada para 1×10^7 conídios mL⁻¹ foi colocada em contato com os produtos fitossanitários químicos diluídos em água destilada esterilizada contendo 0,02% de Tween 80[®], nas concentrações determinadas, por 2 horas. Após esse período alíquotas de 0,5 mL de cada suspensão foram retiradas e inoculadas com auxílio da alça de Drigalsky em quatro placas de Petri, contendo o meio BDA. As placas foram incubadas a 25 ± 1 °C, $70 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase.

Após 20 horas de incubação, foi feita a contagem de conídios, observando-se, aleatoriamente, 400 conídios por placa, entre aqueles germinados e não germinados (dividindo-se a placa em quatro quadrantes e contando-se 100 conídios por quadrante), estabelecendo posteriormente a porcentagem de germinação. Para análise dos dados, foi adotado o padrão do laboratório de controle biológico do Instituto Biológico de Campinas: germinação alta 80-100%, germinação média/alta 60-79%, germinação média 50-59%, germinação média/baixa 30-49% e germinação baixa 0-29% (Zappellini, Almeida & Gassen, 2005).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, os dados foram submetidos à análise de variância após serem transformados $(x+0,5)^{0,5}$ e as médias comparadas pelo teste de Skott-knot a 5% de probabilidade. Para o crescimento foram utilizadas 6 repetições por tratamento, para produção de conídios 8 leituras na câmara de Neubauer[®] para cada colônia e para a viabilidade foram utilizadas 4 placas de Petri com 4 repetições por tratamento, para os fungos inoculados.

Além da análise estatística foi realizado o cálculo do fator de compatibilidade (índice biológico= IB) proposto por Rossi-Zalaf et al. (2008). O fator de compatibilidade permite a classificação dos produtos em classes de seletividade/compatibilidade, de acordo com o efeito

observado em relação aos parâmetros avaliados. Os autores do presente trabalho concordam com essa metodologia proposta, largamente utilizada em estudos dessa natureza.

3. Resultados e Discussão

Os produtos Avicta[®], Cruiser[®] e Maxim XL[®], permitiram o crescimento de colônias dos fungos *T. harzianum* e *P. lilacinum*, não ocorrendo alterações morfológicas e com relação ao número médio de conídios produzidos os resultados não diferiram estatisticamente para o fungo *T. harzianum*. Entretanto para o fungo *P. lilacinum*, apenas no tratamento Cruiser[®] proporcionou diferença estatística em relação a Avicta[®] e Maxim XL[®], permitindo maior crescimento em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Número médio de conídios produzidos ($\times 10^8$ con $\text{mL}^{-1} \pm \text{EP}^*$) e germinação ($\% \pm \text{EP}^*$) produzidos por colônia de *Trichoderma harzianum* (Ecotrich[®]) e *Purpureocillium lilacinum* (Nemat[®]) na presença de diferentes produtos fitossanitários químicos.

<i>Trichoderma harzianum</i> (Ecotrich [®])		
Tratamento	Conídios	Germinação
Testemunha	43,0 \pm 0,15 a	92,4 \pm 1,00 a (alta)
Avicta [®]	48,5 \pm 0,18 a	4,1 \pm 0,07 c (baixa)
Cruiser [®]	23,5 \pm 0,12 a	62,8 \pm 0,11 b (média/alta)
Maxim XL [®]	24,1 \pm 0,12 a	5,0 \pm 0,09 c (baixa)
CV (%)	47,39**	16,54
<i>Purpureocillium lilacinum</i> (Nemat [®])		
Tratamento	Conídios	Germinação
Testemunha	49,9 \pm 0,12 a	97,7 \pm 1,90 a (alta)
Avicta [®]	4,1 \pm 0,07 b	3,0 \pm 0,08 c (baixa)
Cruiser [®]	48,5 \pm 0,81 a	63,9 \pm 0,12 b (média/alta)
Maxim XL [®]	11,0 \pm 0,17 b	1,0 \pm 0,01 c (baixa)
CV (%)	44,81	23,38

Valores seguidos pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade,

* EP= erro padrão da média, **dados transformados em $(x+0,5)^{0,5}$.

Pode-se observar, na Tabela 2, que nos tratamentos químicos Avicta[®], Cruiser[®] e Maxim XL[®] proporcionaram germinação dos conídios inferior a testemunha, para ambos os fungos testados, Avicta[®] e Maxim XL[®], não diferiram entre si. Loureiro et al. (2002), também observaram que Vermitec 18 CE[®] (Abamectina) causaram uma redução no diâmetro das colônias e na produção dos conídios do de *Beauveria bassiana* (strain IBCB 66). Em outro

trabalho, Soares (2011), também observou que Vermitec[®] (Abamectina) inibiu o crescimento vegetativo e a esporulação de *B. bassiana* (strain JAB06).

Os tratamentos Avicta[®] e Maxim XL[®] alteraram a germinação dos fungos *T. harzianum* e *P. lilacinum*, no entanto o produto químico Cruiser[®], promoveu uma maior germinação dos fungos testados, porém foi inferior a testemunha. Segundo Von Nowakonski (2019) a Abamectina apresentou germinação inferior a 70 % de *Metarhizium anisopliae* (strain 425). A germinação é tida como um fator fundamental para o processo de infecção do fungo, uma vez que fungos mais virulentos germinam mais rápido (Alves & Lopes, 2008).

Quando os resultados foram submetidos ao cálculo do Índice Biológico (IB), os produtos químicos Avicta[®], Cruiser[®] e Maxim XL[®] foram classificados como compatíveis ao fungo *T. harzianum* (Tabela 3). May & Kimati (1999), utilizando os fungicidas a base de Metalaxil, Carboxin, Tiram e Chlorothalonil não interferiram no desenvolvimento do *T. harzianum*. Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo. No entanto, Dalacosta (2019) concluiu que a compatibilidade de *Trichoderma* com alguns fungicidas é dependente de cada ingrediente ativo, dos inertes presentes, da formulação do produto, da dose e do strain que está sendo utilizado.

Tabela 3. Classificação da compatibilidade entre produtos fitossanitários químicos e os fungos *Trichoderma harzianum* (Ecotrich[®]) e *Purpureocillium lilacinum* (Nemat[®]) de acordo com o valor do “IB”.

Tratamento	<i>T. harzianum</i> (Ecotrich [®])		<i>P. lilacinum</i> (Nemat [®])	
	IB	Classificação	IB	Classificação
Avicta [®]	96,00	Compatível	64,00	Moderadamente tóxico
Cruiser [®]	76,68	Compatível	96,94	Compatível
Maxim XL [®]	71,60	Compatível	93,97	Compatível

IB= Índice Biológico Segundo Rossi-Zalaf et al. (2008).

Observa-se na Tabela 3 a aplicação do IB. Em relação ao fungo *P. lilacinum*, os produtos Cruiser[®] e Maxim XL[®] foram classificados como compatíveis, o que indica a possibilidade da utilização conjunta do controle biológico e químico nas dosagens recomendada, porém o produto químico Avicta[®] foi classificado como moderadamente tóxico. Khan, Bagwan & Tamboli (2012) concluíram que o inseticida thiametoxan e o fungicida metalaxil foram compatíveis a *B. bassiana* e *M. anisopliae*. Botelho et al. (2011) avaliaram a toxicidade de agroquímicos utilizados em cana-de-açúcar sobre os fungos

entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae* em experimentos feitos em meio de cultura e no solo. A maior parte dos agroquímicos utilizados proporcionaram efeito tóxico sobre os fungos *B. bassiana* e *M. anisopliae*, podendo comprometer sua ação dos mesmos agentes de controle de pragas da cultura. No entanto, os inseticidas formulados à base de thiametoxan e fipronil se mostraram compatíveis ou moderadamente compatíveis com os fungos, sugerindo que possam ser empregados em uma possível estratégia de uso associado para o controle de pragas.

Entretanto Francisco et al. (2019) concluíram que thiametoxan foi muito tóxico inibindo totalmente a germinação dos conídios de *T. endophyticum*. Quanto aos fungicidas, Mancozebe foi muito tóxico inibindo totalmente a germinação dos conídios, Azoxistrobina + Benzovindiflupir possibilitou 49,6% de germinação sendo moderadamente tóxico, Trifloxistrobina + Ciproconazol e Trifloxistrobina + Protioconazol possibilitaram 67,8% e 71,8% de germinação, respectivamente, sendo considerados compatíveis.

Pessoa & Loureiro (2013) avaliando o efeito dos fungicidas Arouch Prima[®], Nativo[®], Priori[®], Priori Xtra[®], Fox[®] e Opera[®], nas doses mínima e máxima, recomendados para o controle da ferrugem da soja sobre o fungo *Metarhizium rileyi*. Verificaram que todos os fungicidas e doses testados reduziram significativamente o crescimento vegetativo, a viabilidade dos conídios e o número de unidades formadoras de colônia do fungo entomopatogênico, sendo todos considerados tóxicos e incompatíveis com *M. rileyi* (strain UFMS 02). Os fungicidas são os produtos químicos que geram mais efeitos negativos aos microrganismos (Jaros-Su, Groden & Zhang, 1999), são normalmente relacionados como não seletivos a fungos em testes realizados *in vitro* (Rossi-Zalaf et al., 2008).

A compatibilidade de agrotóxicos é um processo em que organismos como fungos desenvolvem tolerância a esses compostos. Este processo pode ser devido a vias metabólicas alternativas ou reações enzimáticas insensíveis à inibição por esses agrotóxicos (Alves & Lopes, 2008).

Alterações dos aspectos morfológicos são considerados por Alves et al. (1998) como indícios de incompatibilidade entre produtos fitossanitários químicos e microrganismos. Em todos os tratamentos nos quais se observou o crescimento vegetativo, este se apresentou de forma normal para ambos os fungos. Porém, cabe ressaltar que os resultados de testes *in vitro* não refletem necessariamente o que ocorre em campo, uma vez que o microrganismo é exposto ao contato, direto com o produto o que não necessariamente acontecerá em campo.

Os autores do presente trabalho concordam com a metodologia para avaliação do efeito de produtos fitossanitários químicos sobre microrganismos antagonistas *in vitro*. Os

estudos *in vitro* têm a vantagem de expor ao máximo o microrganismo à ação do produto químico, fato que não ocorre em condições de campo, onde vários fatores servem de obstáculo a essa exposição, protegendo-o, de maneira que constatada a inocuidade de um produto em laboratório, não há dúvidas sobre a sua seletividade em condições de campo.

4. Conclusões

Todos os produtos químicos permitiram o crescimento vegetativo, a produção de conídios e germinação sendo classificados como compatíveis a *Trichoderma harzianum* (Ecotrich[®]).

Com relação ao fungo *Purpureocillium lilacinum* (Nemat[®]), os produtos químicos Cruiser[®] e Maxim XL[®] foram classificados como compatíveis e Avicta[®] foi classificado como moderadamente tóxico.

Considerando a importância econômica e ambiental desses resultados, há necessidades de pesquisas complementares estudando a compatibilidade de outros produtos fitossanitários químicos aos fungos *Trichoderma harzianum* e *Purpureocillium lilacinum*, tanto em laboratório como em campo.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Código de Financiamento 001; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), pelos recursos para publicar este manuscrito; Aos membros do grupo de pesquisa LAMIP.

Referências

Alves, S. B. (1998). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba: Fealq.

Alves, S. B. & Lopes, R. B. (2008). *Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios*. Piracicaba: Fealq.

Barbosa Junior, G. B. (2020). 37p. Viabilidade no uso de fungos entomopatogênicos no sistema de cultivo de soja. 2020. 37 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Chapadão do Sul: UFMS, 2020. Disponível em:<<https://ppgagronomiapcs.ufms.br/>>. Acesso em 25 de març. de 2020.

Bettiol, W., Morandi, M. A. B., Pinto, Z. V., Júnior, T. J. P., Correa, E. B., Moura, A. B., Lucon, C. M. M., Costa, J. C. B. & Bezerra, J. L. *Produtos comerciais à base de agentes de biocontrole de doenças de plantas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2012. 155 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 88)

Botelho, A. A. A. & Monteiro, A. C. (2011). Sensibilidade de fungos entomopatogênicos a agroquímicos usados no manejo da cana-de-açúcar. *Bragantia*, 70(2), 361-369.

Castillo, J. D., Lawrence, K. S. & Kloepper, J. W. (2013). Biocontrol of the Reniform Nematode by *Bacillus firmus* GB-126 and *Paecilomyces lilacinus* 251 on Cotton. *Plant Disease*, 97(7), 967-976. (

Dalacosta, N. L. (2019). 53p. Compatibilidade de *Trichoderma harzianum* associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja. 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Pato Branco: UTFPR. Disponível em:<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4069/1/PB_PPGAG_M_Dalacosta%2C%20Nean%20Locatelli_2019/>. Acesso em 25 de març. de 2020.

Dias Neto, J. A. (2014). 80p. Associação e compatibilidade de produtos químicos e os fungos *Trichoderma harzianum* e *Paecilomyces lilacinus* no manejo de fitonematoides na cultura da soja. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Agronomia. Chapadão do Sul: UFMS, 2014. Disponível em:<<https://ppgagronomiapcs.ufms.br/>>. Acesso em 25 de març. de 2020.

Dubey, S. C., Tripathi, A.; Dureja, P.; Grover, A. (2011). Characterization of secondary metabolites and enzymes produced by *Trichoderma* species and their efficacy against plant pathogenic fungi. *Indian Journal of Agricultural Research*, 81(5), 455-461.

Francisco; E. A., Ribeiro; B. M., Silva; M. J., Santos; I. I., Ferreira; M. G. & Schkalei, S. (2019). Avaliação do efeito de defensivos químicos sobre a germinação de conídios de *Trichoderma endophyticum*. In: 16^o Simpósio de Controle Biológico (SICONBIOL), Londrina, PR.

Jaros-Su, J., Groden, E. & Zhang, J. (1999). Effects of selected fungicides and the timing of fungicide application on *Beauveria bassina*-induced mortality of the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biological Control*, 15(3), 259-269.

Kannan, R. & Veeravel, R. (2012). Effect of different dose and application methods of *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson against root knot nematode, *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) chitwood in Okra. *Journal of Agricultural Science*, 4(11), 119-127.

Khan, S., Bagwan, N. B. & Tamboli, R. R. (2012). *In vitro* compatibility of two entomopathogenic fungi with selected insecticides, fungicides and plant growth regulators. *Libyan Agricultural Research Centre Journal International*, 3(1), 36-41.

Loureiro, E. S., Moino Júnior, A., Arnosti, A. & Souza, G. C. (2002). Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. *Neotropical Entomology*, 31(2), 263-269.

May, L. L. & Kimati, H. (1999). Controle biológico de *Phytophthora parasitica* em mudas de citros. *Fitopatologia brasileira*, 24(1), 18-24.

Medeiros, F. R. (2016). 76p. Patogenicidade de fungos a mosca-negra-dos-citros e compatibilidade entre agrotóxicos e *Purpureocillium lilacinum*. 2016. 76f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, Botucatu: UNESP, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/141451>>. Acesso em 25 de març. de 2020.

Medeiros, F. R., Lemos, R. N. S., Rodrigues, Antonia, A. C., Batista Filho, A., Oliveira, L. J. M. G. & Araújo, J. R. G. (2018). Occurrence of *Purpureocillium lilacinum* in citrus black fly nymphs. *Revista Brasileira Fruticultura*, 40(2) (e-237).

Medrano-López, R., Madera, A. P. & Foz, C. F. (2015). Infecciones oculares por *Purpureocillium lilacinum*: presentación de um caso y revisión de la literatura. *Revista Iberoamericana de Micología*, 32(2), 111-114.

Neves, P. M. O. J., Hirose, E., Tchujo, P. T. & Moino Júnior. A. (2001). Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoid insecticides. *Neotropical Entomology*, 30(2), 263-268.

Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:
https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 Abril 2020.

Pessoa, L. G. A. & Loureiro, E. S. (2013). Compatibilidade de fungicidas utilizados no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) (Sydow; P. Sydow) (Basidiomicotina: Urediniomycetes) com o fungo entomopatogênico *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson (Deuteromycotina: Hyphomycetes). In: 13^o SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Bonito, MS.

Rossi-Zalaf, L. S., Alves, S. B., Lopes, R. B., Silveira Neto, S. & Tanzini, M. R. (2008). *Interação de microrganismos com outros agentes de controle de pragas e doenças*. In: Alves, S. B.; Lopes, R. B. *Controle microbiano de pragas na América Latina*, Piracicaba: FEALQ.

Rubio, M. B. Hermosa, R., Vicente, R., Gómez-Acosta, F. A., Morcuende, R., Monte, E. & Bettiol, W. (2017). The combination of *Trichoderma harzianum* and chemical fertilization leads to the deregulation of phytohormone networking, preventing the adaptive responses of tomato plants to salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1-14.

Silva, R. Z., Neves, P. M. O. J. & Santoro, P. H. (2005). Técnicas e parâmetros utilizados nos estudos de compatibilidade entre fungos entomopatogênicos. *Semina: Ciências Agrárias*, 26(3), 305-312.

Toscano, L. C., Calado Filho, G. C., Cardoso, A. M., Maruyama, W. I. & Tomquelski, G.V. (2012). Impacto de inseticidas sobre *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e seus

inimigos naturais em milho safrinha cultivado em Cassilândia e Chapadão do Sul. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79(2), 223-231.

Von Nowakonski, E. (2019). 59p. Patogenicidade de fungos entomopatogênicos a mosca-negra-dos-citros, *Aleurocanthus woglumi* Ashby 1903 (Hemiptera: Aleyrodidae) e Compatibilidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura de citros. 2019. 59f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. São Paulo: IB – APTA, 2019. 59p. Disponível em:<<https://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/109/1/ERIKA%20VON%20NOWAKONSKI/>>. Acesso em 25 de març. de 2020.

Yue, L., Ahmed, S., Liu, Q. & Jian, H. (2019). Management of *Meloidogyne incognita* on tomato with diferente biocontrol organisms. *Pakistan Journal of Nematology*, 37(2), 161-170.

Zappelini, L. O., Almeida, J. E. M. & Gassen, M. H. (2005). Compatibilidade de fungos entomopatogênicos com emulsificantes para óleo vegetal e pó molhável. *Arquivos do Instituto Biológico*, 72, 1-63.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Elisângela de Souza Loureiro – 30%

Jose Augusto Dias Neto – 30%

Luis Gustavo Amorim Pessoa – 15%

Pamella Mingotti Dias – 10%

Daimara Viviane Adão – 10%

Lidiane Arissa Yokota – 5%