

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DAIMARA VIVIANE ADÃO

**COMPATIBILIDADE DE ADJUVANTES SOBRE FUNGOS
ENTOMOPATOGÊNICOS E ANTAGONISTAS**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DAIMARA VIVIANE ADÃO

**COMPATIBILIDADE DE ADJUVANTES SOBRE FUNGOS
ENTOMOPATOGÊNICOS E ANTAGONISTAS**

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito para
obtenção do título de Mestre em
Agronomia, área de concentração:
Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2022.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Daimara Viviane Adão

ORIENTADOR: Dra. Elisangela de Souza Loureiro

TÍTULO: Compatibilidade de adjuvantes sobre fungos entomopatogênicos e antagonista

AVALIADORES:

Profa. Dra. Elisangela de Souza Loureiro

Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

Profa. Dra. Tatiana Souza do Amaral

Chapadão do Sul, 17 de dezembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Elisangela de Souza Loureiro, Professora do Magistério Superior**, em 17/12/2021, às 18:25, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luis Gustavo Amorim Pessoa, Professor do Magistério Superior**, em 17/12/2021, às 18:29, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Souza do Amaral, Técnico de Laboratorio Area**, em 17/12/2021, às 18:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

"E na sala de espera, você nunca perde só por
esperar
O tempo te ensina, te amadurece e ali você
cresce deixa o relógio girar
O tempo é ferramenta nas mãos do oleiro só pra
te moldar
E você aprende a descansar, você aprende a
confiar."

Larissa Pires - O tempo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sem ele eu não seria nada e não chegaria até aqui, aos meus pais por terem me apoiado e me dado forças durante essa trajetória do meu Mestrado.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campus Chapadão do Sul- MS, por me aceitar e investir em minha formação no Mestrado.

A Professora, Orientadora e Amiga Elisângela Souza Loureiro por compartilhar comigo durante todo meu período de pós-graduação não somente seu conhecimento, mas sim todo o respeito, amizade e caráter ético no meio científico. Peço a Deus que abençoe sua família, pois com intermédio do seu apoio pude realizar este sonho.

Às empresas Biovalens, Clariant, Ihara, Inquima e Santa Clara Agrociência pela cedência dos adjuvantes.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa.

Agradeço ao professor Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa pela orientação técnica na idealização e avaliação do experimento.

Agradeço à Dra. Tatiana do Amaral pelo auxílio em todas as avaliações deste estudo.

Aos amigos que foram minha família em Chapadão do Sul, com os quais convivi momentos felizes e de intensos aprendizados! Em especial, meus amigos Acácio Navarrete e Tatiana Amaral, pois sempre me apoiaram de maneira direta e indireta contribuindo para conclusão deste trabalho.

Aos membros da banca avaliadora Elisângela S. Loureiro, Luis Gustavo A. Pessoa e Tatiana Amaral , por aceitarem o convite e me permitirem aprender com vocês na defesa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO.....	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS	17

CAPÍTULO 2.....25

RESUMO	25
ABSTRACT.....	26
INTRODUÇÃO.....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35

CAPÍTULO 1

COMPATIBILIDADE DE ADJUVANTES SOBRE OS FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a compatibilidade de adjuvantes “in vitro”. Foram avaliados os efeitos sobre o crescimento vegetativo (cm), produção de conídios e germinação (%) dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* strains IBCB 66 e PL 63 e *Metarhizium anisopliae* strains IBCB 425 e E 9 na presença de diferentes adjuvantes. A adição dos adjuvantes nas suas respectivas dosagens máxima e mínima, foi realizada conforme a recomendação dos fabricantes, proporcionalmente ao volume do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Os adjuvantes foram adicionados com o meio de cultura líquido (40 °C). Após a solidificação do meio de cultura BDA foram confeccionadas 4 placas, inoculando-se o fungo em 3 pontos equidistantes, totalizando 12 colônias para cada tratamento. O tratamento Testemunha foi composto pelo meio de cultura (BDA) sem adição dos produtos utilizados. Após a inoculação dos fungos, as placas foram identificadas e lacradas com filme plástico (PVC) e acondicionadas em incubadora tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a uma temperatura de 25±1 °C, fotofase de 12 horas e umidade relativa de 70±10%, por um período de 10 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) composto por 16 tratamentos com 6 repetições para crescimento vegetativo e produção de conídios e 4 repetições para avaliação da germinação para cada fungo. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Além da análise estatística foi realizado o cálculo do Índice Biológico (IB), para cada fungo. Para o fungo *B. bassiana* strain IBCB 66, sete adjuvantes foram classificados como compatíveis e para o strain PL 63 dez adjuvantes foram considerados compatíveis. Para o fungo *M. anisopliae* strain IBCB 425 cinco adjuvantes foram classificados como compatíveis e para o strain E 9 oito adjuvantes foram classificados como compatíveis.

Palavras-chaves: Controle biológico, Entomopatógeno, Caldas fitossanitárias.

ABSTRACT

COMPATIBILITY OF ADJUVANTS ON ENTOMOPATOGENIC FUNGI

Beauveria bassiana AND *Metarhizium anisopliae*

The aim of this study was to evaluate the *in vitro* compatibility of adjuvants on fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. Vegetative growth (cm) and production and germination (%) of conidia of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, strains IBCB 66 and PL 63, and *Metarhizium anisopliae*, strains IBCB 425 and E 9, were evaluated in the presence of different adjuvants. The adjuvants were added to liquid potato-dextrose-agar (PDA) culture medium (40°C) according to maximum and minimum dosages recommended by manufacturers. After PDA culture medium solidification, four petri dishes were made, inoculating the fungus at three equidistant points, totaling 12 colonies for each treatment. Control treatment contained no adjuvants. After inoculation, the petri dishes were identified, sealed and placed at B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) at 25±1°C, 70±10% relative humidity and 12 hours of photoperiod during 10 days. The experimental design was completely randomized (DIC), composed of 16 treatments, with six replications for vegetative growth and conidia production, and four replications for germination for each fungus. Data for vegetative growth and conidia production and germination were submitted to analysis of variance, and the means were compared by Scott-Knott test ($p < 0.05$). The compatibility factor (biological index) was also calculated. For *B. bassiana*, seven adjuvants were classified as compatible for strain IBCB 66 and ten adjuvants were considered compatible for strain PL 63. For *M. anisopliae*, five adjuvants were classified as compatible for strain IBCB 425 and eight adjuvants were classified as compatible for strain E 9.

Keywords: Biological control, Entomopathogen, Phytosanitary solution

1- INTRODUÇÃO

Os fungos entomopatogênicos estão presentes no agroecossistema de forma natural, atuando no controle de insetos agindo de modo parasitário sob as pragas que ocasionam perdas econômica para a agricultura (FONTES et al., 2020). A utilização do controle biológico passou a crescer partir do ano de 2010, ampliando sua utilização em campo (EMBRAPA, 2020; LOUREIRO et al., 2020b). Este fato se deve pela ação dos agentes de controle biológico sobre as pragas em campo, tornando sua utilização eficiente, viável e segura (MOHAMED, 2016, LOUREIRO et al., 2020a), contribuindo com o meio ambiente de forma ecológica e sustentável por proporcionar a produção de alimentos livre de resíduos contaminantes (GALZER et al., 2016, NUNES, 2019, PAIVA et al., 2020), sendo de suma importância pelo fato de serem capazes de reduzir a aplicação de moléculas sintéticas no meio ambiente.

Os entomopatógenos são agentes de controle utilizados no Controle Biológico, sendo um dos pilares existentes dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP), onde a utilização dos microrganismos tem auxiliado para a redução dos impactos ocasionados pelas pragas. Os fungos entomopatogênicos estão presentes nos agroecossistemas de forma natural, atuando no controle de insetos ao agir de modo parasitário sobre as pragas que ocasionam perdas econômica para a agricultura (FONTES et al., 2020).

Dentre os entomopatógenos mais utilizados destacam-se os fungos *Beauveria* spp. e *Metarhizium* spp. utilizados na agricultura em grande escala, apresentando virulência (MORA et al., 2016), causando a morte de pragas que geram graves prejuízos econômicos (ALVES, 1998, MOHAMED, 2016). A utilização de agentes microbiológicos é de suma importância pois é capaz de reduzir a introdução de moléculas sintéticas ao meio ambiente. Entretanto, a obtenção de produtos que sejam classificados como compatíveis depende das características dos microrganismos e sua interação com os adjuvantes e o ambiente a qual são expostos (ALVES; BATISTA, 1998).

Os adjuvantes são substâncias químicas adicionados às caldas, com a finalidade de promover a qualidade durante a aplicação, aumentando a eficácia do produto (MOTA, 2011), potencializando o ingrediente ativo proporcionando uma melhoria na performance do produto (WENZEL et al., 2003). No entanto, sua função varia de acordo com o tipo de formulação de cada produto utilizado de forma conjunta (MOTA, 2011).

A adição dos adjuvantes às caldas, tendo a água como principal diluente, se faz necessário em função da natureza hidrofóbica da superfície dos propágulos infectivos de

microrganismos (BOUCIAS et al., 1988). Os adjuvantes permitem a suspensibilidade e dispersão em veículo apropriado, mas aumentam a deposição, espalhamento, molhamento, adesão, retenção (COSTA et al., 2003). Segundo CONCESCHI (2017), a utilização conjunta de adjuvantes e fungos entomopatogênicos pode obter resultados bons uma vez que auxiliam para preservação dos conídios contra os raios solares UV contribuindo para preservação da viabilidade.

A compatibilidade dos entomopatógenos com os produtos depende da linhagem do entomopatógeno e sua interação com os adjuvantes a qual são expostos de forma direta (BATISTA FILHO, 1998).

No entanto, existem produtos que tem efeito antagônico afetando a viabilidade e virulência dos fungos, isto ocorre pelo fato que determinadas moléculas do princípio ativo do produto utilizado tendem a afetar a virulência do agente de controle (BATISTA et al., 1987, TANZINI et al., 2002, KHUN et al., 2021a e 2021b). Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a compatibilidade de diferentes adjuvantes aos fungos entomopatogênicos *B. bassiana* e *M. anisopliae*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Chapadão do Sul (UFMS - CPCS), localizado no município de Chapadão do Sul – MS.

2.1. Obtenção dos fungos entomopatogênicos

Foram utilizados os strains comerciais dos fungos *B. bassiana* (PL 63) e *M. anisopliae* (E 9) – pertencentes ao banco de entomopatógenos da ESALQ e *B. bassiana* (IBCB 66) e *M. anisopliae* (IBCB 425) pertencentes ao banco de entomopatógenos do Instituto Biológico de Campinas. Os strains foram produzidos em meio de cultura Sabouraud, seguindo a metodologia de Loureiro et al. (2020ab) e as placas com a cultura foram armazenadas em geladeira a 4 °C até a confecção dos bioensaios.

2.2 Exposição Direta dos Adjuvantes aos Fungos Entomopatogênicos.

A adição dos adjuvantes nas suas respectivas dosagens máxima e mínima (Tabela 1), foi realizada conforme a recomendação dos fabricantes, proporcionalmente ao volume do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Os adjuvantes foram adicionados com o meio de cultura líquido, a uma temperatura próxima a 40 °C. Após a solidificação do meio de cultura (BDA) foram confeccionadas 4 placas, inoculando-se o fungo em 3 pontos equidistantes, totalizando 12 colônias para cada tratamento. O tratamento Testemunha foi composto pelo meio de cultura (BDA) sem adição dos produtos utilizados (ALVES; LOPES, 2008).

Após a inoculação dos fungos, as placas foram identificadas e lacradas com filme plástico (PVC) e acondicionadas em Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D) para promover a incubação a uma temperatura de 25±1 °C, fotofase de 12 horas e umidade relativa de 70±10%, por um período de 10 dias (LOUREIRO et al., 2020b).

Tabela 1. Tratamentos (produtos e doses) utilizados no experimento, conforme recomendação dos fabricantes (AGROFIT, 2021).

Nome Comercial*	Classe	Dosagem recomendada (ha ⁻¹)		
		Mínima	Única	Máxima
Adjuvante 1	Ad		50mL	
Adjuvante 2	I/A/Ad		1000mL	
Adjuvante 3	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 4	Ad		150mL	
Adjuvante 5	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 6	Ad	250mL		1000mL
Adjuvante 7	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 8	Ad		50mL	
Adjuvante 9	Ad		200mL	
Adjuvante 10	Ad		50mL	
Adjuvante 11	Ad		150mL	

*Classe: Ad: Adjuvante, I: Inseticida, A: Acaricida

2.3- Parâmetros avaliados

2.3.1- Crescimento vegetativo e produção de conídios

Após o período de incubação de cada fungo, foram escolhidas de forma aleatória 6 colônias dentre as 4 placas confeccionadas, medindo-se do diâmetro das colônias com auxílio de uma régua milimétrica, em dois sentidos ortogonais, determinando o diâmetro médio. Em seguida, com auxílio de um bisturi cirúrgico cada colônia foi transferida de forma individual para tubos de ensaio, adicionando-se 10 mL de água destilada esterilizada junto com o espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,1%, que contribui para a desagregação dos conídios. Posteriormente, os conídios foram desagregados com auxílio de um agitador mecânico Vórtex por 2 minutos. Após as diluições necessárias na suspensão fúngica original, foram realizadas a contagem do número de conídios em câmara de Neubauer conforme descrito por ALVES (1998), com auxílio de microscópio óptico com aumento de 400 vezes.

2.3.2- Viabilidade de conídios

Para analisar a viabilidade dos conídios de cada fungo, foi confeccionada uma calda contendo 200 mL de água destilada esterilizada + adjuvante/surfactante, no qual foi adicionada suspensão de $1,0 \times 10^6$ con. mL⁻¹ do fungo. Após o período de 2 horas, foi plaqueado 1,0 mL da calda, com auxílio de uma pipeta graduada, em placas de Petri (4 placas por tratamento) contendo uma fina camada de meio de cultura BDA, espalhando-a com auxílio de uma alça de Drigalsky. Em seguida, as placas foram identificadas e lacradas com filme plástico PVC, sendo incubadas durante 24 horas em câmara climatizada tipo B.O.D a uma temperatura $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70\pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (LOUREIRO et al., 2020b).

Após o período de inoculação de 20 horas, foi avaliada a viabilidade dos conídios para cada fungo. A contagem dos conídios foi realizada nas placas de Petri com auxílio de microscópio óptico, com aumento de 100 vezes (ALVES, 1998). Foi realizada a contagem, de 100 conídios por quadrante, germinados e não germinados de modo aleatório, sendo adotado um padrão de germinação proposto pelo 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% (ZAPPELINI et al., 2005).

2.4 - Tratamento dos dados e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) composto por 16 tratamentos com 6 repetições para crescimento vegetativo e produção de conídios e 4 repetições para avaliação da germinação para cada fungo. Para análise, os dados de crescimento vegetativo e produção de conídios foram transformados em $(x+0,5)^{0,5}$ e aqueles referentes a germinação dos conídios foram transformados em $\arcsen(x/100)^{0,5}$, sendo submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Além da análise estatística foi realizado o cálculo do Fator de Compatibilidade de Índice Biológico (IB), para cada fungo conforme proposto por ROSSI-ZALAF et al. (2008). Esse fator permite a classificação dos produtos em relação a diferentes classes de ingrediente ativo de acordo com o efeito analisado em relação aos parâmetros avaliados (Tabela 2). O cálculo desse índice foi realizado por meio através da fórmula:

$$IB = \frac{47 [CV] + 43 [ESP] + 10 [GER]}{100}$$

IB= índice biológico;

CV= porcentagem de crescimento vegetativo da colônia após 7 dias, em relação à testemunha;

ESP= porcentagem de esporulação (conidiogênese) da colônia após 10 dias, em relação à testemunha;

GER= porcentagem de germinação dos conídios após 24 horas.

Tabela 2. Classificação de toxicidade dos produtos químicos sobre os fungos.

Valor do IB	Classificação do Produto
0 a 41	Tóxico (T)
42 a 66	Moderadamente Tóxico (MT)
> 66	Compatível (C)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de Propriedade Intelectual e Inovação Tecnológica não serão apresentados os resultados, bem como sua discussão.

4. CONCLUSÕES

Para o fungo *B. bassiana* strain IBCB 66, sete adjuvantes foram classificados como compatíveis e para o strain PL 63 dez adjuvantes foram considerados compatíveis.

Para o fungo *M. anisopliae* strain IBCB 425 cinco adjuvantes foram classificados como compatíveis e para o strain E 9 oito adjuvantes foram classificados como compatíveis.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, L. T et al. Compatibility of products based on *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1911) with glyphosate in various strengths, used in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência et Praxis**, v. 6, p. 37-40, 2013.

AGROFIT, 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 07/12/2021.

ALVES, R.T., et al. Evaluation of application techniques of emulsifiable and adjuvant fungal formulation. In International Congress of Entomology, 21. **Brazilian Congress of Entomology**, 18. Foz de Iguassu. Abstracts. Londrina: Embrapa Soja. p. 512. 2000.

ALVES, S. B. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 1163, 1998.

ALVES, S. B.; Lopes, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios**. Piracicaba: Fealq, 2008.

ANDERSON, T. E.; ROBERTS, D.W. Compatibility of *Beauveria bassiana* isolates with insecticide formulations used in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) control. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 1437-1441, 1983.

AUSIQUE, J. J. S. Desenvolvimento de estratégias para incorporação de fungos entomopatogênicos no manejo de *Diaphorina citri* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Liviidae) na cultura dos citros. **Tese** (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ. Piracicaba, 77p., 2014.

BATISTA FILHO, A., et al. Compatibilidade de inseticidas químicos com entomopatogênicos. **Biológico**, v. 53, n. 7, p. 69-70, 1987.

BATISTA FILHO, A., et al. Formulação de entomopatogênicos. Controle Microbiano de Insetos. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, p. 915-967, 1998.

BATISTA FILHO, et al. Effect of thiamethoxam on entomopathogenic microorganisms. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 3, p. 437-447, 2001.

BATISTA FILHO, et al. Formulação de entomopatógenos. Controle Microbiano de Insetos. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, p. 915-967, 1998.

BATISTA FILHO, A.; et al. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivo Instituto Biológico**, v.70, n.1, p.61-67, 2003.

BOUCIAS, D. G.; et al. Fatores inespecíficos envolvidos na fixação de Deuteromicetos entomopatogênicos à cutícula do inseto hospedeiro. **Microbiologia aplicada e ambiental**, v. 54, n. 7, p. 1795-1805, 1988.

CAROLINO, A. T., et al. Monitoring persistence of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* under simulated field conditions with the aim of controlling adult *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). **Parasites & vectors**, 7(1), p.1-7, 2014.

CAVALCANTI, R.S.; et al. Efeito dos produtos fitossanitários fenpropatrina, imidacloprid, iprodione e tiametoxam sobre o desenvolvimento do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.69, p.17-22, 2002.

CINTRA, E. R. R; et al. Efeito de Adjuvantes sobre os fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. **Arquivo Instituto Biológico**, v. 70, suplemento 3, p. 100-112, 2003.

CONCESCHI, M. R. Parâmetros a serem considerados nas pulverizações do fungo *Isaria fumosorosea* para o manejo de *Diaphorina citri*. **Tese** (Doutorado em Ciências – Entomologia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ. Piracicaba, p. 11- 133, 2017.

COSTA, E. A. D.; et al. Compatibilidade dos Adjuvantes AG 6202 e AgRho™ Dep-775 no Desenvolvimento in vitro dos Fungos Entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. **STAB**, v. 21, n. 6, p. 1-5, 2003.

CSERHÁTI, T. et al. Atividade biológica e impacto ambiental de tensoativos aniônicos. **Meio Ambiente internacional**, v. 28, n. 5, p. 337-348, 2002.

EMBRAPA. Tendências do controle biológico no Brasil e no mundo. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>>. Acesso em: 14 jul. 2021.

FONTES, E. M. G. & INGLÊS, M. C. V. Controle biológico de pragas da agricultura. Embrapa, p.510, 2020.

GALZER, E. C. W. & AZEVEDO F., W. S. Utilização do *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 1, n. 1, p. 13-16, 2016.

HIROSE, E. et al. Effect of biofertilizers and Neem Oil on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Brazilian Archives of Biology and Technol**og, v. 44, p. 419-423, 2001.

KHUN, K. K. et al. Compatibility of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* with insecticides and fungicides used in macadamia production in Australia. **Pest Management Science**, v. 77, n. 2, p. 709-718, 2021a.

KHUN, K. K. et al. Transmission of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to adults of *Kuschelorrhynchus macadamiae* (Coleoptera: Curculionidae) from infected adults and conidiated cadavers. **Scientific Reports**, v. 11, p. 1-12, 2021b.

LIU, Z.Y. et al. The use of dodine in selective media for the isolation of *Metarhizium* spp. from soil. **Journal Invertebrate Pathology**, v. 62, p. 248-251, 1993.

LAWRENCE, M. J. Sistemas surfactantes: seu uso na liberação de drogas. **Chemical Society Reviews**, 23 (6), p. 417-424, 1994.

LOUREIRO, E. S. et al. Efeito de produtos fitossanitários químicos sobre os fungos *Trichoderma harzianum* (Ecotrich®) e *Purpureocillium lilacinum* (Nemat®). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, e141963506, 2020b.

LOUREIRO, E. S. et al. Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. **Neotropical Entomology**, 31, p. 263-269, 2002.

LOUREIRO, E. S. et al. Virulência de *Metarhizium rileyi* (Ascomycota: Clavicipitaceae) a *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e186973962, 2020a.

MEDEIROS, F. R. Patogenicidade de fungos a mosca-negra-dos-citros e compatibilidade entre agrotóxicos e *Purpureocillium lilacinum*. **Tese**. (Proteção de Plantas) Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP, Botucatu, p. 5- 76, 2016.

MISHRA, S. et al. Evaluation of *Beauveria bassiana* spore compatibility with surfactants. **International Journal of Medical and Health Sciences**, v. 7, n. 1, p. 8-12, 2013.

MOHAMED, G. S. Virulence of entomopathogenic fungi against the vine mealy bug, *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 26, n. 1, p. 47, 2016.

MOHAN, M. C. et al. Growth and insect assays of *Beauveria bassiana* with neem to test their compatibility and synergism. **Biocontrol Science and Technology**, 17(10), p. 1059-1069, 2007.

MOINO JUNIOR, A.; ALVES, S. B. Efeito de Imidacloprid e Fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Soroki. e no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, n. 4, p. 611-620, 1998.

MORA, M. A. E. et al. Fungos entomopatogênicos: Enzimas, toxinas e fatores que afetam a diversidade. **Revista Brasileira Produtos Agroindustriais**, v. 18, p. 335-349, 2016.

MORRIS, O. N, ARMSTRONG, J. A. Preliminary field trials, with *Bacillus thuringiensis*. Chemical insecticide combinations in the integrated control of the spruce/budworm *Choristoneura fumiferana*. **The Canadian Entomologist**, v. 107, p. 1281-1288, 1975.

MOTA, A. A. B. Quantificação do ar incluído e espectro de gotas de pontas de pulverização em aplicações com adjuvantes. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP, Botucatu, p. 5- 55. 2011.

NEVES, P. M. O. J.; et al. Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoids insecticides. **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 263-268, 2001.

NORRIS, R. F., et al. Concepts in integrated pest management. **New Jersey: Prentice Hall**, cap. 13, p. 337-372, 2003.

NUNES, T. A. Compatibilidade de diferentes adjuvantes com o fungo entomopatogênicos *Beauveria bassiana*. **Trabalho de Conclusão de curso** (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Centro Universitário de Goiás - UNIANGUERA, Goiânia, p. 9-29, 2019.

OLMERT, I. & K ENNETH, R. G. Sensitivity of the entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, and *Verticillium* sp. to fungicides and insecticides. *Environ. Entomologia*, v. 3, p. 33-39, 1974.

PACCOLA-MEIRELES, L. D & AZEVEDO, J. L. Variabilidade natural no fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Arquivo Biológico Tecnológico**, v. 33, n. 3, p. 657-672, 1990.

PAIVA G., A. G. L. et al. Substratos alternativos para conidiogênese do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 1, p. 133-141, 2020.

PEREIRA, R. M. et al. Utilização de entomopatógenos no Manejo Integrado de Pragas. In: ALVES, S. B. (Coord.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 1097-1118, 1998.

PIRES, L. M., et al. Selection of isolates of entomopathogenic fungi for controlling *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and their compatibility with insecticides used in tomato crop. **Neotropical Entomology**, 39(6), p.977-984, 2010.

PRIOR, C. et al. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 52, n. 1, p. 66-72, 1988.

RHODES, D. J. Formulation of biological control agents. In: Jones, D.J. (Ed.). *Exploitation of microorganisms*, London: **Chapman & Hall**. p. 411-439, 1993.

RIECHERS, D. E. et al. Surfactant effects on glyphosate efficacy. **Weed Technol**, v. 9, p 281- 285, 1995.

ROBERTS, D. W.; TAN, A. S. Stability of entomopathogenic fungi. **Miscellaneous publications of the Entomological Society of America**, 10, p. 19-75, 1997.

ROSSI-ZALAF, L. S. et al. 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, 2008.

SANTOS, C. et al. Effect of addition of adjuvants on physical and chemical characteristics of Bt bioinsecticide mixture. **Scientific Reports**, v. 9, p. 1-8, 2019.

SILVA, T. U. L. M. Efeito da carga elétrica produzida pelo pulverizador eletrostático na germinação de conídios do fungo entomopatogênico (*Beauveria bassiana*). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Uberlândia- UFU. Monte Carmelo - MG, p. 6 -18, 2019.

SILVA, R., ET AL. Efeito de agroquímicos à base de óleo mineral e vegetal sobre a viabilidade dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Paecilomyces* sp. Bainier. **BioAssay**, v. 1, p. 1-5, 2006.

SMANIOTTO, G. Compatibilidade com inseticidas químicos e encapsulamento de *Beauveria bassiana* para controle de *Sphenophorus levis*. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, p. 4-73, 2019.

SOLIMAN, E. P. Controle biológico de *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera:Thaumastocoridae) com fungos entomopatogênicos. **Tese** (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, p 3-98, 2014.

SUN, J. et al. Determinação da fitotoxicidade do surfactante organossilicone para espécies vegetais selecionadas. In: **Formulações de pesticidas e sistemas de aplicação: 23º volume** . ASTM International, 2003.

TANUJA, K., et al. Effect of various surfactants (cationic, anionic and non-ionic) on the growth of *Aspergillus parasiticus* (NRRL 2999) in relation to aflatoxin production. **Mycotoxin Research**, v. 26, n. 3, 155–170, 2010.

TANZINI, M. R. et al. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados no controle de *Leptopharsa heveae* para fungos entomopatogênicos. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 69, p. 65-69, 2002.

WENZEL, I. M. et al. Efeito de Adjuvantes sobre *Verticillium lecanii* (Zimm), Viégas. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70 (suplemento 3), p. 127-129, 2003.

ZAMPIROLI, R. et al. Efeito do tempo de armazenamento de calda fitossanitária na viabilidade de conídios de *Beauveria bassiana*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e55513-e55513, 2019.

ZAPPELINI, L. O. et al. Compatibilidade de fungos entomopatogênicos com emulsificantes para óleo vegetal e pó molhável. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, p. 1- 63, 2005.

ZIMMERMANN, G. Über die Wirkung systemischer Fungizide auf verschiedene insektenpathogene Fungi imperfecti in vitro. **Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes**, v. 27, p. 113-117, 1975.

CAPÍTULO 2

COMPATIBILIDADE DE ADJUVANTES SOBRE OS FUNGOS ANTAGONISTAS *Trichoderma asperellum* e *Purpureocillium lilacinum*

RESUMO

Os fungos com ação antagonista têm se destacado no manejo de fitonematoides e fitopatógenos radiculares. O objetivo do trabalho foi avaliar a compatibilidade de quinze adjuvantes “in vitro”. Foram avaliados os efeitos dos adjuvantes sobre o crescimento vegetativo (cm), produção de conídios e germinação (%) de *Trichoderma asperellum* e *Purpureocillium lilacinum* na presença dos diferentes adjuvantes. A adição dos adjuvantes nas suas respectivas dosagens máxima e mínima, foi realizada conforme a recomendação dos fabricantes, proporcionalmente ao volume do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Os adjuvantes foram adicionados com o meio de cultura líquido (40 °C). Após a solidificação do meio de cultura BDA foram confeccionadas 4 placas, inoculando-se o fungo em 3 pontos equidistantes, totalizando 12 colônias para cada tratamento. O tratamento Testemunha foi composto pelo meio de cultura (BDA) sem adição dos produtos. Após a inoculação, as placas foram identificadas e lacradas com filme plástico (PVC) e acondicionadas em incubadora tipo B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a uma temperatura de 25±1 °C, fotofase de 12 horas e umidade relativa de 70±10%, por um período de 10 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) composto por 16 tratamentos com 6 repetições para crescimento vegetativo e produção de conídios e 4 repetições para avaliação da germinação para cada fungo. Os dados foram submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). Além da análise estatística foi realizado o cálculo do Índice Biológico (IB), para cada fungo. Cinco adjuvantes foram classificados como compatíveis, podem ser utilizados no manejo visando a conservação de *T. asperellum*, entretanto, oito adjuvantes foram classificados como moderadamente tóxico. Para o fungo *P. lilacinum* os adjuvantes utilizados foram classificados como moderadamente tóxico ou tóxico.

Palavras-chave: Controle Biológico de fitopatógenos e fitonematoides, Aditivos Agrícolas, Espalhantes adesivos.

ABSTRACT

COMPATIBILITY OF ADJUVANTS ON ANTAGONIST FUNGI *Trichoderma asperellum* AND *Purpureocillium lilacinum*

Fungi with antagonistic action have stood out in the management of phytonematodes and toot phytopathogens. The objective of this work was to evaluate the *in vitro* compatibility of 15 adjuvants with the fungus *Trichoderma asperellum* and *Purpureocillium lilacinum*. Vegetative growth (cm) and production and germination (%) of conidia of the two entomopathogenic fungus were evaluated in the presence of different adjuvants. The adjuvants were added to liquid potato-dextrose-agar (PDA) culture medium (40°C) according to maximum and minimum dosages recommended by manufacturers. After PDA culture medium solidification, four petri dishes were made, inoculating the fungus at three equidistant points, totaling 12 colonies for each treatment. Control treatment contained no adjuvants. After inoculation, the petri dishes were identified, sealed and placed at B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) at 25±1°C, 70±10% relative temperature and 12 hours of photophase during 10 days. The experimental design was completely randomized (DIC), composed of 16 treatments, with six replications for vegetative growth and conidia production, and four replications for germination for each fungus. Data for vegetative growth and conidia production and germination were submitted to analysis of variance, and the means were compared by Scott-Knott test (p<0.05). The compatibility factor (biological index) was also calculated. Five adjuvants were classified as compatible for *T. asperellum*, so they can be used in the management. However, eight adjuvants were classified as moderately toxic. For *P. lilacinum*, all adjuvants tested were classified as moderately toxic or toxic.

Keywords: Biological control of phytopathogens and phytonematodes, agricultural additives, adhesive spreaders

1. INTRODUÇÃO

A utilização do controle biológico no manejo dos problemas fitossanitários é uma tática fundamental para preservar a biodiversidade nos ecossistemas agrícolas (MEDEIROS, 2016), sendo um método de controle vantajoso em comparação ao controle químico em função dos efeitos negativos sobre o meio ambiente, animais, o homem e a possibilidade de selecionar indivíduos resistentes aos ingredientes ativos (FRANCESCHINI et al., 2001).

Dentre os vários microrganismos utilizados no manejo integrado de problemas fitossanitários em diversos cultivos agrícolas, temos os fungos com ação antagonista do gênero *Trichoderma* spp. e *Purpureocillium lilacinum* que tem se destacado pela sua relativa/facilidade de identificação dentre as espécies (POMELLA & RIBEIRO, 2009) e pela sua utilização no manejo de fitonematoides e fitopatógenos radiculares (LOUREIRO et al., 2020).

O gênero *Trichoderma* é um dos fungos mais estudados nos últimos anos. São encontrados nos mais variados tipos de solos por todo o mundo (quando se tem um elevado índice de matéria orgânica). São fungos de fácil isolamento, multiplicação e replicação, sem mencionar que disponibilizam hormônios de crescimento para as plantas, produzindo enzimas antimicrobianas (SILVA, 2011).

O fungo é caracterizado por apresentar micélio com coloração inicial branca com crescimento rápido e, à medida que a colônia se desenvolve adquire aspecto cotonoso, formando tufos de coloração verde (LORITO et al., 2010). MARTÍNEZ et al. (2013) relatam que *Trichoderma* apresenta efeito antagonico contra vários patógenos, possui ampla gama de compostos (nitrogênio e carbono), alta resistência a inibidores produzidos por outros microrganismos, além de ser tolerante a diferentes ingredientes ativos presentes nos fungicidas (DARYAEI et al., 2016).

O fungo *Purpureocillium lilacinum* (Thom.) Samson (anteriormente *Paecilomyces lilacinus*) é mencionado como parasita oportunista de ovos e cistos de fitonematoides (SANTIN, 2008, KANNAN; VEERAVEL, 2012; CARRION; DESGARENNE, 2012; ALZATE et al., 2012; CASTILHO et al., 2013). É caracterizado por ser um fungo filamentoso e cosmopolita (MEDRANO - LÓPEZ et al., 2015). Possui alta atividade nematicida (PERDOMO et al., 2013), apresentando ampla gama de micotoxinas em sua estrutura (quitinases e proteases), que auxiliam na degradação da

parede celular dos nematoides, destacando-se a paecilotoxina como a aquela determinante para virulência do fungo (PRASAD et al., 2015; GONÇALVES, 2016).

A adição de adjuvantes às caldas contendo fungos antagonistas vem sendo utilizada com maior frequência com intuito de melhorar a eficácia da calda, contribuindo para uma dispersão uniforme e auxiliando na solubilização do ingrediente ativo (COSTA et al. 2003, SILVA; NEVES, 2005). Os adjuvantes atuam como modificadores nas forças interfaciais dando orientações às moléculas e promovendo ajustamento mais íntimo entre duas substâncias (DURIGAN, 1983).

WEDAJO (2015) menciona que a aplicação de produtos químicos sintéticos compatíveis com os fungos proporciona redução no desenvolvimento de resistência das pragas às formulações químicas. A utilização conjunta de adjuvantes com microrganismos, analisando a compatibilidade, têm sido estudadas por diversos autores (FREGONESI et al., 2016, YOUNAS et al., 2017, MEYLING et al., 2018), com intuito da interação se tornar importante ferramenta para utilização no manejo dos problemas fitossanitários (LACEY et al., 2015). Este estudo teve por objetivo analisar a compatibilidade de diferentes adjuvantes sobre os fungos *Trichoderma asperellum* e *P. lilacinum*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – Campus de Chapadão do Sul (UFMS - CPCS), localizado no município de Chapadão do Sul – MS.

2.1 Obtenção dos fungos entomopatogênicos

Foi utilizado o fungo *T. asperellum* (strain comercial BV 10) e *P. lilacinum* (strain UFMS 10) - pertencente ao banco de entomopatógenos da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPCS). Os strain foram produzidos em meio de cultura Sabouraud, seguindo a metodologia de Loureiro et al. (2020ab) e as placas com cultura foram armazenadas em geladeira a 4 °C até a confecção dos bioensaios.

2.2 Exposição direta dos adjuvantes aos fungos antagonistas.

A adição dos adjuvantes nas suas respectivas dosagens máxima e mínima, foi realizada conforme a recomendação dos fabricantes (Tabela 1), proporcionalmente ao volume do meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA). Os adjuvantes foram adicionados com o meio de cultura líquido, a uma temperatura próxima a 40 °C. Após o período de solidificação do meio de cultura (BDA), foram confeccionadas 4 placas inoculando-se o fungo em 3 pontos equidistantes, totalizando 12 colônias para cada tratamento. O tratamento Testemunha foi composto pelo meio de cultura (BDA) sem adição dos produtos utilizados (ALVES e LOPES, 2008).

Após a inoculação dos fungos, as placas foram identificadas e lacradas com filme plástico PVC e acondicionadas em Demanda Bioquímica de Oxigênio (B.O.D) para promover a incubação a uma temperatura de 25±1 °C, fotofase de 12 horas e umidade relativa de 70±10%, por um período de 10 dias (LOUREIRO et al., 2020ab).

Tabela 1. Produtos e doses utilizados no experimento, conforme recomendação dos fabricantes (AGROFIT, 2021).

Nome Comercial*	Classe	Dosagem recomendada (ha ⁻¹)		
		Mínima	Única	Máxima
Adjuvante 1	Ad		50mL	
Adjuvante 2	I/A/Ad		1000mL	
Adjuvante 3	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 4	Ad		150mL	
Adjuvante 5	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 6	Ad	250mL		1000mL
Adjuvante 7	Ad	25mL		50mL
Adjuvante 8	Ad		50mL	
Adjuvante 9	Ad		200mL	
Adjuvante 10	Ad		50mL	
Adjuvante 11	Ad		150mL	

¹Classe: Ad: Adjuvante, I: Inseticida, A: Acaricida

2.3- Parâmetros avaliados

2.3.1- Crescimento vegetativo e produção de conídios

Após o período de incubação, foram escolhidas de forma aleatória 6 colônias nas 4 placas confeccionadas, medindo-se do diâmetro das colônias com auxílio de uma régua milimétrica, em dois sentidos ortogonais, determinando o seu diâmetro médio. Em seguida, com auxílio de um bisturi cirúrgico cada colônia foi transferida de forma individual para tubos de ensaio, adicionando-se 10 mL de água destilada esterilizada junto com o espalhante adesivo Tween 80[®] a 0,1%, que contribui para a desagregação dos conídios. Posteriormente, os conídios foram desagregados com auxílio de um agitador mecânico Vortex por 2 minutos. Após as diluições necessárias na suspensão fúngica original, foram realizadas a contagem do número de conídios em câmara de Neubauer, com auxílio de microscópio óptico com aumento de 400 vezes conforme descrito por ALVES (1998).

2.3.2- Viabilidade de conídios

Para analisar a viabilidade dos conídios, foi confeccionada uma calda contendo 200 mL de água destilada esterilizada + adjuvante/surfactante, no qual foi adicionada suspensão de $1,0 \times 10^6$ con. mL^{-1} do fungo. Após o período de 2 horas, foi plaqueado 1,0 mL da calda, com auxílio de uma pipeta graduada, em placas de Petri (4 placas por tratamento) contendo uma fina camada de meio de cultura BDA, espalhando-a com auxílio de uma alça de Drigalsky. Em seguida, as placas foram identificadas e lacradas com filme PVC, sendo incubadas durante 24 horas em câmara climatizada tipo B.O.D. a uma temperatura $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas (LOUREIRO et al., 2020).

Após o período de inoculação de 20 horas, foi avaliada a viabilidade dos conídios. A contagem dos conídios foi realizada nas placas de Petri com auxílio de microscópio óptico, com aumento de 100 vezes (ALVES, 1998). Foi realizada a contagem de 100 conídios germinados por quadrante, de modo aleatório, sendo adotado um padrão de germinação proposto pelo 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% (ZAPPELINI et al., 2005).

2.4 - Tratamento dos dados e análise estatística

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado (DIC) composto por 16 tratamentos com 6 repetições para crescimento vegetativo e produção de conídios e 4 repetições para avaliação da germinação. Para análise, os dados de crescimento vegetativo, produção de conídios foram transformados em $(x+0,5)^{0,5}$ e aqueles referentes a germinação dos conídios foram transformados em $\arcsen(x/100)^{0,5}$, sendo submetidos a análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Além da análise estatística foi realizado o cálculo do fator de compatibilidade de índice biológico (IB), conforme proposto por ROSSI-ZALAF et al. (2008), que permitiu a classificação dos produtos em relação a diferentes classes de ingrediente ativo de acordo com o efeito analisado em relação aos parâmetros avaliados (Tabela 2). O cálculo desse índice foi realizado através da fórmula:

$$IB = \frac{47 [CV] + 43 [ESP] + 10 [GER]}{100}$$

100

IB= índice biológico;

CV= porcentagem de crescimento vegetativo da colônia após 7 dias, em relação à testemunha;

ESP= porcentagem de esporulação (conidiogênese) da colônia após 10 dias, em relação à testemunha;

GER= porcentagem de germinação dos conídios após 24 horas.

Tabela 2. Classificação de toxicidade dos produtos químicos sobre os fungos.

Valor do IB	Classificação do Produto
0 a 41	Tóxico (T)
42 a 66	Moderadamente Tóxico (MT)
> 66	Compatível (C)

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Por se tratar de Propriedade Intelectual e Inovação Tecnológica não serão apresentados os resultados, bem como sua discussão.

4. CONCLUSÕES

- Quatro adjuvantes, em ambas as dosagens testadas, são compatíveis com *T. asperellum*.
- Para o fungo *P. lilacinum* nenhum adjuvante é compatível, nove adjuvantes são classificados como moderadamente tóxicos.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, L. T et al. Compatibility of products based on *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1911) with glyphosate in various strengths, used in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência et Praxis**, v. 6, p. 37-40, 2013.

AGROFIT, 2021. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 07/12/2021.

ALVES, B. A. **Controle microbiano de insetos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, p. 1163, 1998.

ALVES, S. B.; Lopes, R. B. **Controle Microbiano de Pragas na América Latina: Avanços e Desafios**. Piracicaba: Fealq, 2008.

ALZATE, D. V.; et al. Efecto in vitro de *Purpureocillium lilacinum* (Thom) Luangsa-Ard et al. y *Pochonia chlamydosporia* (Goddard) Zare y Gams sobre el nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. **Agronomia**, v. 20, n. 2, p. 25-36, 2012.

BATISTA FILHO, A.; et al. Manejo integrado de pragas em soja: Impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2003.

CARRION, G.; DESGARENNES, D. Effect of *Paecilomyces lilacinus* in free-living nematodes to the rhizosphere associates potatoes grown in the Cofre of Perote region, Veracruz, Mexico. **Revista Mexicana de Fitopatología**, v.30, n.1, p.86-90, 2012.

CASTIGLIONI, E.; et al. Compatibilidad de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* con NimKol-L para el combate de *Heterotermes tenuis*. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, v. 69, p. 38 - 44, 2003.

CASTILHO, J. D., et al. Biocontrol of the Reniform Nematode by *Bacillus firmus* GB-126 and *Paecilomyces lilacinus* 251 on Cotton. **Plant Disease**, v. 97, n. 7, p. 967 – 976, 2013.

COSTA, E. A. D, et al. Compatibilidade de adjuvantes no desenvolvimento “in vitro” dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.22, n.2, p.38-41, 2003.

DARYAEI, A. et al. Effects of temperature, light and incubation period on production, germination and bioactivity of *Trichoderma atroviride*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 120, n. 4, p. 999-1009, 2016.

DURIGAN, J.C. Matocompetição e comportamento de baixas doses de herbicidas, na cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. Tese. Piracicaba: ESALQ, p.163, 1983.

FRANCESCHINI, M. et al. Biotecnologia aplicada ao controle biológico. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 23, p. 32-37, 2001.

FREGONESI, A. F. et al. Compatibilidade de s de *Beauveria bassiana* a inseticidas, herbicidas e maturadores em condições de laboratório. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 83. p. 83, 2016.

GHINI, R.; KIMATI, H. Resistência de fungos a fungicidas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. Relatório técnico. 78p, 2000.

GONÇALVES, A. H. Eficiência da inoculação de *Trichoderma* e *Purpureocillium* na cultura da soja em Tocantins. **Tese (Doutorado)**. Gurupi. Universidade Federal do Tocantins. 2016.

JONES, K. A.; BURGES, H. D. Technology of Formulation and Application. In: Burges, H.D., Ed., *Formulation of Microbial Pesticides - Beneficial Microorganisms, Nematodes and Seed Treatments*, Kluwer Academic, Dordrecht, p. 7-30, 1998.

KANNAN, R.; VEERAVEL, R. 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**, v.4, n. 11, p. 119-127, 2012.

KLINGEN, I.; HAUKELAND, S. The soil as a reservoir for natural enemies of pest insects and mites with emphasis on fungi and nematodes. En: EILENBERG, J, HOKKANEN, H. M. T. (Ed) An ecological and societal approach to biological control. Dordrecht, Springer, p. 145-211, 2006.

LACEY, L. A. et al. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**. v. 132, p. 1-41, 2015.

LORITO, M. et al. Pesquisa translacional em *Trichoderma*: da'omics ao campo. **Revisão anual de fitopatologia**, v. 48, p. 395-417, 2010.

LOUREIRO, E. S. et al. Efeito de produtos fitossanitários químicos sobre os fungos *Trichoderma harzianum* (Ecotrich®) e *Purpureocillium lilacinum* (Nemat®). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 6, p.4-15, 2020.

MARTÍNEZ, B. et al. *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas em los cultivos. **Revista de Protección Vegetal**, v. 28, n. 1, p. 1- 11, 2013.

MEDEIROS, F. R. Patogenicidade de fungos a mosca-negra-dos-citros e compatibilidade entre agrotóxicos e *Purpureocillium lilacinum*. Tese de Doutorado. **(Proteção de Plantas)** Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” – UNESP, Botucatu, p. 5- 76, 2016.

MEDRANO-LÓPES, R.; et al. Infecciones oculares por *Purpureocillium lilacinum*: presentación de un caso y revisión de la literatura. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 32, n. 2, p. 111 -114, 2015.

MEYLING, N.V. et al. Implicações da sequência e do tempo de exposição para a sinergia entre o inseticida piretróide alfa-cipermetrina e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*. **Ciência de controle de pragas**, v. 74, n. 11, p. 2488-2495, 2018.

MORRIS, O. N.; Armstrong, J. A. Preliminary field trials with *Bacillus thuringiensis* - chemical insecticide combinations in the integrated control of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Lepidoptera: Tortricidae). **The Canadian Entomologist**, v. 108, p. 225-233, 1975.

MORRIS, O.N. Compatibility of 27 chemical insecticides with *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. **The Canadian Entomologist**, 109, p. 855-864, 1977.

PERDOMO, H.; et al. Polyphasic analysis of *Purpureocillium lilacinum* isolates from different origins and proposal of the new species *Purpureocillium lavendulum*. **Mycologia**, v. 105, n. 1, p. 151-161, 2013.

POMELLA, A. W. V.; RIBEIRO, R. T. S. Controle biológico com *Trichoderma* em grandes culturas—uma visão empresarial. **Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente**, p. 239-244, 2009.

POPRAWSKI, T. J., MAJCHROWICZ, L. Effects of herbicides on in vitro vegetativo and sporulation of entomopathogenic fungi. **Crop Protection**, v.14, n.1, p. 81-87, 1995.

PRASAD, P.; VARSHNEY, D., ADHOLEYA, A. Whole genome annotation and comparative genomic analyses of bio-control fungus *Purpureocillium lilacinum*. **BMC Genomics**, v. 16, n. 1004, p. 1 – 14, 2015.

PRIOR, C. et al. Infectivity of oil and water formulations of *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) to the cocoa weevil pest *Pantorhytes plutus* (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 52, n. 1, p. 66-72, 1988.

RODRIGUES, M. A. T. Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja. **Tese**. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba; p. 35-196, 2009.

ROSSI-ZALAF, L. S. et al. 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, 2008.

RUY, G. G.; Santos, M. A. *Purpureocillium lilacinum* e *Trichoderma harzianum* em tratamento de sementes de soja para o controle de *Meloidogyne incognita*. Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia - Universidade Federal de Uberlândia, 10p. 2018.

SANTIN, R. C. M. Potencial do uso dos fungos *Trichoderma* spp. e *Paecilomyces lilacinus* no controle de *Meloidogyne incognita* em *Phaseolus vulgaris*. (Tese doutorado). Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008.

SCHUMACHER V, POEHLING H. In vitro effect of pesticides on the germination, vegetative growth, and conidial production of two strains of *Metarhizium anisopliae*. **Fungal Biology**, v. 116, p. 121-132, 2012.

SILVA, R. Z.; NEVES, P. M. O. J. Techniques and parameters used in compatibility tests between *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. and in vitro phytosanitary products. **Pest Management Science**, v. 61, n. 7, p. 667-674. 2005.

SILVA, R., et al. Efeito de agroquímicos à base de óleo mineral e vegetal sobre a viabilidade dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin e *Paecilomyces* sp. Bainier. **BioAssay**, v. 1, p. 1-5, 2006.

SILVA, V. N. et al. Promoção de crescimento e indução de resistência à antracnose por *Trichoderma* spp. em pepineiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1609-1618, 2011.

SMANIOTTO, G. Compatibilidade com inseticidas químicos e encapsulamento de *Beauveria bassiana* para controle de *Sphenophorus levis*. **Tese** (Entomologia Agrícola). Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, 2019.

WEDAJO B. Compatibility studies of fungicides with combination of *Trichoderma* species under in vitro conditions. **Virology & Mycology**. v. 4, n. 2, p. 1-5, 2015.

YOUNAS, A. et al. A eficácia de *Beauveria bassiana*, ácido jasmônico e clorantraniliprole em populações de larvas de *Helicoverpa armigera* em ecossistemas de cultivo de grão-de-bico. **Ciência de controle de pragas**, v. 73, n. 2, p. 418-424, 2017.

ZAPPELINI, L. O. et al. Compatibilidade de fungos entomopatogênicos com emulsificantes para óleo vegetal e pó molhável. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 72, p. 1- 63, 2005.