

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade

Dissertação



Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae)

Ronaldo Zantedeschi

Pelotas, 2017

Ronaldo Zantedeschi

Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Fitossanidade (área do conhecimento: Entomologia).

Orientador: Dr. Anderson Dionei Grützmacher

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

Z34s Zantedeschi, Ronaldo

Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) / Ronaldo Zantedeschi ; Anderson Dionei Grützmacher, orientador. — Pelotas, 2017.

73 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Controle biológico. 2. Controle químico. 3. Manejo integrado de pragas. I. Grützmacher, Anderson Dionei, orient. II. Título.

CDD : 632.9

Ronaldo Zantedeschi

Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos
Telenomus podisi Ashmead, 1893 e *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858)
(Hymenoptera: Platygasteridae)

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Fitossanidade, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 07 de março de 2017.

Banca examinadora:

Anderson Dionei Grützmacher
Prof. Dr. Departamento de Fitossanidade, FAEM/UFPeI (Orientador)
Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, USP

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Dr.^a Pesquisadora Embrapa Clima Temperado
Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas, UFPeI

Daniel Bernardi
Pós-Doutorando pela Embrapa Uva e Vinho
Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, USP

Moisés João Zotti
Prof. Dr. Departamento de Fitossanidade, FAEM/UFPeI
Doutor em Applied Biological Science pela Ghent University, UGENT, Bélgica

Aos meus pais
João Alceu Zantedeschi e Helena Grando Zantedeschi
Dedico

Agradecimentos

Aos meus pais João Alceu Zantedeschi e Helena Grando Zantedeschi pela oportunidade de ter chegado a vida e pela criação e apoio indispensáveis para que hoje qualquer conquista fosse possível.

Aos meus irmãos Simone Zantedeschi, Emerson Zantedeschi, Silvana Zantedeschi e Alexandre Zantedeschi (os dois últimos *in memoriam*) pela convivência, apoio, companheirismo e força em todos os momentos da minha trajetória.

Ao professor da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL) Dr. Anderson Dionei Grützmacher pela orientação, confiança e apoio nessa jornada.

A todos os integrantes do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) pelo auxílio e convivência nesse período, em especial a Mariane D'Ávila Rosenthal, Rafael Antonio Pasini, Franciele de Armas, Ciro Pedro Guidoti Pinto, Juliano de Bastos Pazini, Stefania Nunes Pires, Laura Giacobbo Rimoli, Larissa Longaray, Flávio Amaral Bueno, Matheus Rakes, Natália Maldaner, Ivan Marques e Mikael Araújo por todo o auxílio dispensado nesse período.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) da UFPeL, por me oportunizar a realização do curso de Mestrado.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFs) pelos ensinamentos transmitidos, sem os quais a evolução do conhecimento não seria possível.

Ao pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia Dr. Miguel Borges pela cedência dos parasitoides de *Trissolcus Basalis* e pela atenção dispensada no momento da solicitação do material biológico.

Aos membros da banca avaliadora dessa dissertação: Dra. Ana Paula Schneid Afonso da Rosa, Dr. Daniel Bernardi e Dr. Moisés João Zotti por aceitarem compor a banca de avaliação

A todas as pessoas que contribuíram, seja direta ou indiretamente, para obtenção desse título.

Muito obrigado!

“A vida é uma sequência de encontros
inéditos com o mundo, e portanto ela não
se deixa traduzir em fórmulas de
nenhuma espécie.”

(Prof. Dr. Clóvis de Barros Filho)

Resumo

ZANTEDESCHI, Ronaldo. **Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae).** 2017. 73f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

A soja é a cultura mais produzida no Brasil e os problemas fitossanitários exigem um manejo eficiente para a garantia da sustentabilidade do sistema produtivo, para tanto a utilização de agrotóxicos é a estratégia mais utilizada para o controle de pragas, plantas daninhas e doenças dessa cultura. O controle químico, no entanto, pode afetar parasitoides de ovos de percevejos fitófagos da cultura, sendo os principais parasitoides *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae). Dessa forma o objetivo do trabalho foi avaliar 15 agrotóxicos utilizados na cultura da soja a esses dois parasitoides de ovos na fase adulta e imatura em testes de pré e pós-parasitismo. Os bioensaios foram realizados segundo o padrão da “*International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC) sendo testados nove inseticidas, quatro fungicidas e dois herbicidas dessecantes registrados para a cultura da soja. Os inseticidas Belt[®] (flubendiamida), Dimilin 80 WG[®] (diflubenzuron), Dipel PM[®] (*Bacillus thuringiensis*) e Match EC[®] (lufenuron) foram inócuos a ambos os parasitoides na fase adulta e imatura (testes pré e pós-parasitismo). Os inseticidas Connect[®] (imidacloprido + beta-ciflutrina), Decis 25 EC[®] (deltametrina), Engeo Pleno[®] (lambda-cialotrina + tiametoxan), Orthene 750 BR[®] (acefato) e Sumithion 500 EC[®] (fenitrotiona) foram nocivos para ambos os parasitoides na fase adulta, afetando o parasitismo na fase imatura apenas nos testes em pré-parasitismo, em que os produtos foram classificados como levemente nocivos a *T. podisi*, mas moderadamente nocivos a *T. basal*, exceto para Orthene 750 BR[®] (acefato) que foi classificado como levemente nocivo. Os fungicidas Authority[®] (azoxistrobina + flutriafol), Fox[®] (trifloxistrobina + prothioconazol), Opera[®] Ultra (pyraclostrobina + metconazol) e Sphere Max[®] (trifloxistrobina + ciproconazol) foram inócuos a adultos de *T. podisi* mas não foram a *T. basal*, para o qual foram classificados como levemente nocivos. Na fase imatura, no entanto, apenas Opera[®] Ultra (pyraclostrobina + metconazol) reduziu o parasitismo de *T. basal* em pré-parasitismo, sendo levemente nocivo a esse parasitoide. Os herbicidas Finale[®] (glufosinato sal de amônio) e Glifosato Atanor[®] (sal de isopropilamina) foram

inócuos parasitoides, tanto na fase adulta como na fase imatura (testes pré e pós-parasitismo).

Palavras-chave: *Glycine max*; controle biológico; controle químico; manejo integrado de pragas

Abstract

ZANTEDESCHI, Ronaldo. **Selectivity of pesticides used in soybean crop to egg parasitoids *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 and *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae).** 2017. 73f. Dissertation (Master degree) - Post-Graduation Program in Phytosanitary, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Soybeans are the most produced crop in Brazil and phytosanitary problems require efficient management to guarantee the sustainability of the productive system, for this the use of agrochemicals is the most used strategy for the control of soybean pests, weed and diseases. Chemical control, however, can affect egg parasitoids of phytophagous bugs of the crop, being the main parasitoids *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 and *Trissolcus basal* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae). Thus, the objective of this study was to evaluate 15 agrochemicals used in the soybean crop for these two adult and immature egg parasitoids in pre and post parasitism tests. The bioassays were carried out according to the "International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants" (IOBC) nine insecticides, four fungicides and two registered herbicides were tested for soybean crop. The insecticides Belt[®] (flubendiamide), Dimilin 80 WG[®] (diflubenzuron), Dipel PM[®] (*Bacillus thuringiensis*) and Match EC[®] (lufenuron) were innocuous to both adult and immature parasitoids (pre and post parasitism tests). The insecticides Connect[®] (imidacloprid + beta-cyfluthrin), Decis 25 EC[®] (deltamethrin), Engeo Pleno[®] (lambda-cyhalothrin + thiamethoxan), Orthene 750 BR[®] (acephate) and Sumithion 500 EC[®] (fenitrothion) were harmful to both adult parasitoids affecting parasitism in the immature phase only in pre-parasitism tests, in which the products were classified as slightly harmful to *T. podisi* but moderately harmful to *T. basal*, except for Orthene 750 BR[®] (acephate) which was classified as slightly deleterious. The fungicides Authority[®] (azoxystrobin + flutriafol), Fox[®] (trifloxystrobin + prothioconazole), Opera[®]Ultra (pyraclostrobin + metconazole) and Sphere Max[®] (trifloxystrobin + cyproconazole) were innocuous to adults of *T. podisi* but were not to *T. basal*, for which they were classified as slightly deleterious. However only Opera[®]Ultra (pyraclostrobin + metconazole) reduced the parasitism of *T. basal* in pre-parasitism, being slightly harmful to this parasitoid. The herbicides Finale[®] (glufosinate ammonium salt) and Glifosato Atanor[®] (salt of isopropylamine) were innocuous to parasitoids in both adult and the immature phase (pre and post parasitism tests).

Key-words: *Glycine max*; biological control; chemical control; integrated pest management

Lista de Tabelas

Artigo 1

Tabela 1	Agrotóxicos registrados para a cultura da soja testados quanto a seletividade a adultos de <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s. Capão do Leão, RS, 2016	27
Tabela 2	Redução do parasitismo e classificação de inseticidas registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016	30
Tabela 3	Redução do parasitismo e classificação de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016	32
Tabela 4	Redução do parasitismo e classificação de fungicidas e herbicidas registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016	35

Artigo 2

Tabela 1	Agrotóxicos registrados para a cultura da soja testados quanto a seletividade a fase imatura de <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s. Capão do Leão, RS, 2016	51
Tabela 2	Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de inseticidas registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016	54
Tabela 3	Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016	57
Tabela 4	Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de fungicidas e herbicidas registrados para a cultura da soja a <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> s (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016 ..	60

Sumário

1 Introdução	15
2 Artigo 1 - Efeito de agrotóxicos registrados para a cultura da soja em adultos dos parasitoides de ovos <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i> ..	20
2.1 Introdução	23
2.2 Material e Métodos	25
2.3 Resultados e Discussão	28
2.4 Conclusões	37
2.5 Referências.....	38
3 Artigo 2 - Toxicidade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja na fase imatura dos parasitoides de ovos <i>Telenomus podisi</i> e <i>Trissolcus basal</i>	45
3.1 Introdução	48
3.2 Material e Métodos	50
3.3 Resultados e Discussão	53
3.4 Conclusões	61
3.5 Referências	62
4 Conclusões gerais	68
Referências	70

1 Introdução

No cenário econômico brasileiro, o agronegócio é o responsável, em grande parte, pelo superávit comercial do país, sendo o principal produto de exportação a soja, a qual agrega uma soma considerável colocando o Brasil como o maior exportador e o segundo maior produtor mundial do grão (ESPÍNDOLA; CUNHA, 2015). Na atualidade, o Brasil é considerado um celeiro agrícola por apresentar potencial de expansão da sua fronteira produtiva visando atender as crescentes demandas por alimentos. Nesse contexto, a soja atende a essa necessidade, permitindo a segurança alimentar mundial que carece de alimentos com alto nível proteico proporcionado pela oleaginosa, tanto para o consumo *in natura* como indiretamente por compor parte significativa da dieta envolvida na nutrição animal (SILVA FILHO et al., 2014).

Além disso, a cultura da soja é responsável pela interligação de vários setores da economia doméstica como a indústria e a agropecuária, fomentando indiretamente a geração de empregos e assim aumentando a renda de diversas famílias e o desenvolvimento das localidades abrangidos pela cadeia produtiva (FAGUNDES et al., 2014).

A importância da cultura da soja, como visto, é eminente para o Brasil por causa do caráter essencialmente agrícola do país. Contudo, a produtividade depende de vários fatores a serem levados em consideração, dos quais as pragas agrícolas são um dos principais problemas, afetando a quantidade e a qualidade dos grãos colhidos. Assim, insetos-praga, doenças e plantas-daninhas são potenciais redutores da produtividade nacional da soja (WIEST; BARRETO, 2012).

Sendo o agronegócio um dos motores da economia brasileira, houve um aumento expressivo da área cultivada nos últimos anos. Mas, a agricultura extensiva, também proporciona um ambiente favorável ao ataque de insetos-praga, o que faz com que a utilização do controle químico seja uma ferramenta necessária

para o sucesso da atividade agrícola. Anexo a essa expansão, há um concomitante aumento no uso de produtos fitossanitários que geralmente são prejudiciais à saúde humana e também podem originar casos de resistência de insetos a inseticidas (SILVA; BRITO, 2015).

A sustentabilidade do sistema produtivo da soja passa pela racionalização no uso dos insumos, dentre os quais os produtos fitossanitários desempenham um papel fundamental para a manutenção da produtividade. O custo energético por hectare em agrotóxicos na cultura, por exemplo, gira em torno de 22 % tornando o uso consciente desses produtos uma necessidade (FERREIRA et al., 2013).

Fato importante é que o uso abusivo de agrotóxicos pode causar um desequilíbrio no agroecossistema, o que culmina com a insustentabilidade dessas práticas agrícolas. Contudo, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) fornece amparo às práticas utilizadas para o controle de pragas, preconizando a utilização concomitante das várias estratégias, como o uso de agrotóxicos seletivos a inimigos naturais, o que favorece a manutenção das espécies benéficas no campo (OLIVEIRA et al., 2004).

Com grande importância, do ponto de vista do prejuízo que causam na produtividade, há o complexo de lagartas desfolhadoras, as quais atacam a cultura em todas as fases do desenvolvimento, destacam-se a lagarta-da-soja *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 e a lagarta falsa-medideira *Chrysodeixis includens* (Walker, 1858) (Lepidoptera: Noctuidae) (CONTE et al., 2014).

Recentemente foi reportada a presença da lagarta-das-maçãs *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lepidoptera: Noctuidae) atacando várias culturas de importância agrícola. As perdas na soja são grandes visto que essa espécie oviposita, prioritariamente, em brotos e legumes nos quais as lagartas se alimentam assim que eclodem, necessitando de controle no início da infestação, fase em que a lagarta é mais suscetível visto que a mesma apresenta resistência a vários inseticidas atualmente utilizados para o controle de lagartas (KRINSKI; GODOY, 2015).

Percevejos-sugadores como *Euschistus heros* (Fabr., 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) são um dos principais insetos-praga que atacam a cultura da soja no Brasil, sendo responsáveis por perdas significativas de produtividade em função da sua ampla distribuição e adaptação as principais regiões produtoras de soja do país (TURCHEN et al., 2015). O percevejo-verde-pequeno *Piezodorus guildinii*

(Westwood, 1837) (Hemiptera: Pentatomidae) e o percevejo-verde *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae) também possuem importância significativa na cultura da soja. Contudo, *E. heros* é hoje considerado uma das principais pragas da cultura da soja porque além da ampla distribuição geográfica também é o mais abundante nas lavouras (PANIZZI, 2015). Somado as perdas quantitativas provocadas pela infestação dessas pragas, também está a perda em qualidade fisiológica da semente o que, muitas vezes, inviabiliza a comercialização das mesmas para fins de semeadura (SILVA et al., 2014). Os danos provocados por esses insetos-praga são proporcionais a quantidade de percevejos por área, ou da densidade populacional desses insetos na lavoura, além do estágio fenológico da cultura e da temperatura ambiental, de modo que nos estádios finais somados a altas temperaturas os danos causados são maiores (CHEVARRIA et al., 2013).

Em função de apresentar um clima favorável para o aparecimento de doenças foliares, o Brasil também enfrenta problemas referentes ao controle das mesmas. A ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. (1914) (Uredinales: Phakopsoraceae) é sem dúvida a principal doença que acomete a soja nas lavouras brasileiras sendo necessário o controle químico com fungicidas que apresentam novas moléculas como as carboxamidas, uma vez que as moléculas com maior tempo de mercado perderam, em parte, a eficiência (ROCHA et al., 2016). Segundo Souza et al. (2015) as perdas estimadas por safra causadas por doenças fungicas situam-se entre 15 e 20% em que o controle da ferrugem asiática necessita de uma série de medidas que incluem a utilização de diferentes fungicidas para evitar perdas intoleráveis no rendimento de grãos.

Não menos importante, a infestação por plantas daninhas na cultura da soja tem reflexos significativos na produtividade, uma vez que a competição entre plantas infestantes e plantas de soja tendem a provocar mudanças na morfofisiologia desta última o que acarreta em redução da massa seca final. Com efeito, plantas daninhas como *Urochloa brisantha* (Trin.) Griseb, 1853 (Poales: Poaceae) e *Bidens pilosa* L. (Asterales: Asteraceae) são importantes infestantes que impactam negativamente na produção (PEREIRA et al., 2012; ALMEIDA et al., 2015).

No que diz respeito ao controle de insetos-praga, este pode ser realizado naturalmente pelo controle biológico que mantém a população dessas pragas abaixo do nível de dano econômico tendo como vantagens a sustentabilidade e a manutenção da qualidade ambiental. Sendo assim, o MIP possui como meta a

integração das várias táticas disponíveis para o controle de pragas, tendo o controle biológico um papel essencial para o futuro desse sistema (KOGAN, 1998; CARVALHO et al., 2013). Com efeito, a ação desses agentes do controle natural é uma tática de suma importância para o MIP, sendo a observância da sua sobrevivência no agroecossistema necessária para o manejo de pragas como tal, o que é conseguido evitando-se a aplicação de produtos fitossanitários não seletivos a esses agentes, ou seja, que causem a mortalidade dos mesmos e a conseguinte ressurgência de insetos praga no pós controle químico (BUENO et al., 2012).

Os parasitoides de ovos de percevejos como *E. heros* são considerados os mais importantes agentes de mortalidade natural desta praga por atuarem na fase de ovo impedindo a eclosão da ninfa que posteriormente causará o dano (GODOY et al., 2005). Para *E. heros* os principais parasitoides de ovos são *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera, Platygasteridae) que possuem linhagens adaptadas a diferentes condições climáticas, desde o Centro-Oeste até o Extremo Sul do Brasil (NAKAMA; FOERSTER, 2001). *T. podisi* caracteriza-se por ser um parasitoide generalista, controlando várias espécies de Pentatomídeos, o que lhe garante o status de inimigo natural mais importante no controle de Heterópteros no Brasil (RIFFEL et al., 2010). Por outro lado, *T. basalis* possui preferência por parasitar ovos do percevejo-verde *N. viridula* embora seja encontrado parasitando ovos de outros percevejos como *P. guildinii* e *E. heros*, sendo um importante inimigo natural dessas espécies de percevejos sugadores em vários países em que há ocorrência desses insetos-praga (GONZÁLEZ et al., 2013).

Assim, dada a evidência da importância do controle biológico, advém a necessidade da associação deste com o controle químico através do uso de agrotóxicos seletivos aos parasitoides de ovos e dessa forma permitir um maior equilíbrio biológico dentro do sistema de cultivo da soja (PAIVA, 2016).

Nesse sentido, a “*International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC) constitui-se em um modelo sequencial de testes de seletividade de agrotóxicos, cujas normas possuem emprego em testes que são realizados em laboratório e em condições de semi-campo, as quais seguem um padrão específico para a classificação dos produtos quanto a sua seletividade a inimigos naturais. As sequências de testes constam de (1) exposição, ou seja, do contato dos adultos de parasitoides e ou larvas de predadores com um filme de agrotóxico que é aplicado sobre placas de vidro

estéreis; (2) da aplicação do agrotóxico diretamente sobre os ovos da praga pré-parasitado ou aplicação e oferecimento dos ovos para posterior parasitismo; (3) exposição de adultos de parasitoides ou larvas de predador a folhas tratadas com agrotóxico ao longo do tempo, testando a persistência do produto em condições de semi-campo (HASSAN, 1998).

A realização dos testes de laboratório (1) classificam os agrotóxicos em quatro categorias de seletividade, sendo o produto classificado como inócuo nestes testes o mesmo não precisa passar para as próximas etapas, testes (2) e (3), porque estes testes colocam o parasitoide a máxima exposição do produto, sendo que um agrotóxico inócuo nessas condições também o será nos demais testes. Quando o agrotóxico for classificado em qualquer das demais classes deve passar posteriormente para os testes (2) e (3) para averiguação da sua seletividade nessas condições.

Agrotóxicos registrados e/ou recomendados para a cultura da soja carecem de estudos de seletividade efetuados com parasitoides de ovos de percevejos fitófagos para a classificação dos mesmos quanto ao seu impacto a esses importantes inimigos naturais presentes nas lavouras brasileiras, o que impõem um caráter relevante visto que na atualidade os percevejos são uma das principais pragas dessa cultura como verificado anteriormente. Alguns trabalhos de seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a parasitoides de ovos são conhecidos (CARMO et al., 2009; CARMO et al., 2010; MAGANO, 2012; MAGANO et al., 2013; GOLIN, 2014; MAGANO et al., 2015; PAIVA, 2016), no entanto, a avaliação do impacto de agrotóxicos a parasitoides de ovos de percevejos fitófagos carece de maiores conhecimentos para a escolha dos produtos que estejam de acordo com o MIP na cultura da soja.

Para tanto, objetivou-se com o presente trabalho estudar o impacto de alguns agrotóxicos utilizados na cultura da soja aos parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. basal* em condições de laboratório nos testes (1) e (2).

Artigo 1- Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

**EFEITO DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DA SOJA EM
ADULTOS DOS PARASITOIDES DE OVOS *Telenomus podisi* E *Trissolcus basal***

RONALDO ZANTEDESCHI, ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER, FLÁVIO
AMARAL BUENO, LARISSA LONGARAY MACHADO, JULIANO DE BASTOS
PAZINI

2 Artigo 1 - Efeito de agrotóxicos registrados para a cultura da soja em adultos dos
parasitoides de ovos *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*¹

Ronaldo Zantedeschi², Anderson Dionei Grützmacher², Flávio Amaral Bueno², Larissa
Longaray Machado², Juliano de Bastos Pazini²

RESUMO

A utilização de agrotóxicos na cultura da soja pode afetar negativamente o controle biológico se os produtos não forem seletivos a espécies de parasitoides de ovos de percevejos fitófagos como *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basal* (Wollaston 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae), que se configuram como importantes reguladores da população de percevejos que atacam a cultura da soja. Para tanto, o objetivo do trabalho foi testar a seletividade de 15 agrotóxicos registrados para a cultura da soja a fase adulta de *T. podisi* e *T. basal*. Os bioensaios foram regulamentados pela metodologia preconizada pela *International Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants* (IOBC), através do cálculo da redução do parasitismo (RP) realizado comparando-se os tratamentos de cada bioensaio com uma testemunha, o que possibilita a classificação dos agrotóxicos em: classe 1: inócuo ($RP < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq RP \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq RP \leq 99\%$); classe 4: nocivo ($RP > 99\%$). Os inseticidas imidacloprido+beta-ciflutrina, deltametrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, acefato e fenitrothion foram nocivos as duas espécies de parasitoides reduzindo em 100% o parasitismo. Os inseticidas flubendiamida, diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis* e lufenuron foram inócuos a ambos os parasitoides, contudo os fungicidas azoxistrobina + flutriafol,

1. Artigo a ser submetido a Revista Pesquisa Agropecuária Tropical

2. Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: ronaldozantedeschi@gmail.com

+ciproconazol foram inócuos a ciproconazol foram inócuos a *T. podisi*, mas não a *T. basalis* (classe 2). Os herbicidas glufosinato sal de amônio e sal de isopropilamina foram inócuos a ambos os parasitoides. *T. basalis* é mais sensível a fungicidas utilizados na cultura da soja em comparação com *T. podisi*, embora testes de semi-campo sejam necessários para um conhecimento mais aproximado da realidade da seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja nessas condições.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*; controle biológico; controle químico; seletividade de pesticidas; manejo integrado de pragas.

Effect of registered agrochemicals for soybean crop on adults of the eggs parasitoid

Telenomus podisi and *Trissolcus basalis*

ABSTRACT

The use of agrochemicals in soybean cultivation may adversely affect to biological control if the products are not selective to parasitoid species of phytophagous bugs such as *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 and *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae), which are important regulators of the population of stink bugs that attack the soybean crop. The objective of this work was to test the selectivity of 15 pesticides registered for soybean cultivation in the adult phase of *T. podisi* and *T. basalis*. The bioassays were regulated by the methodology recommended by the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), by calculating the reduction of parasitism (RP) performed by comparing the treatments of each bioassay with a control, that allows the classification of pesticides in: class 1: innocuous (RP <30%); Class 2: Slightly

harmful ($30\% \leq RP \leq 79\%$); Class 3: Moderately harmful ($80\% \leq RP \leq 99\%$); Class 4: Harmful ($RP > 99\%$). The insecticides imidacloprid + beta-cyfluthrin, deltamethrin, lambda-cyhalothrin + thiamethoxam, acephate and fenitrothione were harmful to both species of parasitoids reducing parasitism by 100%. The insecticides flubendiamide, diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis* and lufenuron were innoxious to both parasitoids, however the fungicides azoxystrobin + flutriafol, trifloxystrobin + prothioconazole, pyraclostrobin + metconazole and trifloxystrobin + cyproconazole were innoxious to *T. podisi* but not to *T. basalis* (class two). The herbicides glufosinate ammonium salt and isopropylamine salt were innoxious to both parasitoids. *T. basalis* are more sensitive to fungicides used in soybean cultivation compared to *T. podisi*, although semi-field tests are required for a closer understanding of the reality of the selectivity of registered agrochemicals for soybean cultivation under these conditions.

KEY-WORDS: *Glycine max*; biological control; chemical control; selectivity of pesticides; integrated pest management.

2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo e essa condição impõem também preocupações a respeito dos resíduos de agroquímicos nos alimentos que podem desencadear problemas à saúde pública, visto que, tem-se evidenciado a presença desses produtos no sangue humano e no leite materno (Gouvêa et al. 2015). Além disso, produtos fitossanitários podem ter efeitos adversos à inimigos naturais de insetos-praga, afetando a sobrevivência e com isso a possibilidade de efetuarem o controle dessas pragas, impondo a necessidade da utilização de maiores quantidades de agrotóxicos a cada ano para suprir o desequilíbrio causado pelo uso intensivo (Silva 2016).

Os parasitoides de ovos *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basalis* (Wollaston 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) são importantes reguladores da população de percevejos sugadores na cultura da soja e, embora tenham suas especificidades quanto ao hospedeiro preferencial, ambos são encontrados parasitando ovos dos principais percevejos praga da soja (Lopes et al. 2012). Esses parasitoides causam a mortalidade do seu hospedeiro seja pela toxicidade das substâncias inoculadas pela fêmea no momento da oviposição ou pelo consumo direto do hospedeiro quando a larva do parasitoide se desenvolve no interior do ovo deste. Sendo assim, são reguladores populacionais muito importantes porque impedem o dano da praga, uma vez que não permitem a eclosão da ninfa da praga (Corrêa-Ferreira & Panizzi, 1999, Parra 2002, Lagôa 2016).

Com efeito, as perspectivas futuras para o controle de pragas, levando-se em consideração que existe um apelo da sociedade por métodos de controle menos danosos ao ambiente e a saúde humana, é da utilização moderada desses produtos de modo a se racionalizar o uso de agrotóxicos privilegiando aqueles que, além da eficiência, também agreguem as características supracitadas (Castelo Branco et al. 2003).

Os parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. basalis* possuem ampla distribuição geográfica com capacidade de parasitar várias espécies de percevejos fitófagos no Brasil, desempenhando um controle natural das principais espécies dessas pragas, sendo a sua permanência no agroecossistema desejável pelos apelos já mencionados (Corrêa-Ferreira & Moscardi 1995, Torres et al. 1997).

A utilização racional de agrotóxicos, dessa forma, é prevista pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP) que, dentre outras estratégias prevê o uso de agrotóxicos seletivos aos inimigos naturais para a manutenção de um agroecossistema equilibrado que favorece, além disso, os aspectos econômicos pela redução da quantidade de agrotóxicos aplicados por hectare (Prokopy & Kogan 2003).

Até o momento não existem trabalhos no Brasil avaliando a seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja em parasitoides de ovos de hemípteros, a maioria dos testes de seletividade se concentram em parasitoides de ovos de lepidópteros (Carmo et al. 2009, Vieira et al. 2012, Magano et al. 2013, Magano et al. 2014), o que torna um trabalho dessa natureza de suma importância para a manutenção de um sistema produtivo equilibrado.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a adultos dos parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. basalis*, importantes inimigos naturais de insetos-praga da ordem Hemiptera.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de seletividade com os parasitoides de ovos de percevejo *T. basalis* e *T. podisi* foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) do Departamento de Fitossanidade, na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, utilizando uma adaptação da metodologia padronizada estabelecida pela “*International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC) para espécies de parasitoides de ovos de lepidópteros proposta por Hassan et al. (2000) e Peres & Corrêa-Ferreira (2004).

Para a realização dos bioensaios foram utilizados ovos do percevejo *Euschistus heros* (Fabr. 1974) (Hemiptera: Pentatomidae) e os parasitoides *T. podisi* e *T. basalis* provenientes de criação estabelecida em laboratório (Temperatura: 25±1°C, UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas).

Para tanto foram avaliados 15 agrotóxicos registrados para a cultura da soja (Agrofit 2016) sobre a fase adulta de desenvolvimento dos parasitoides *T. podisi* e *T. basalis* utilizando

a máxima dosagem registrada para cada produto, sendo nove inseticidas, quatro fungicidas e dois herbicidas cujos ingredientes ativos e dosagens constam na Tabela 1.

Os tratamentos consistiram da aplicação do produto comercial diluído na máxima dosagem recomendada para a cultura da soja equivalente a uma cobertura de calda de 200 L ha⁻¹, o mesmo foi pulverizado sobre placas estéreis de vidro incolor de 2 mm de espessura, 130 x 130 mm de dimensão. A pulverização foi efetuada com auxílio de um pulverizador manual de 0,5 L, aspergindo sobre a placa 200 mg/100 cm² $\pm$ 10% (correspondendo a um total de 2 mg de calda por cm² de superfície da placa), segundo Holtz et al. 2014, a qual foi aferida por balança de precisão. Sobre a placa de vidro sobrepôs-se uma placa de acrílico de igual dimensão, porém com o interior recortado de modo que permitisse que uma área de 100 x 100 mm fosse atingida pela pulverização. Após a secagem da calda as placas foram embutidas em uma estrutura de aço (13 x 1,5 x 1,0 cm de cada lado) (Hassan et al. 2000), vedada em três laterais com tecido *voile* da cor preta para impedir a fuga dos parasitoides, a outra lateral da gaiola possuía dois orifícios, sendo um para a inserção do tubo contendo os parasitoides e o outro para a inserção dos cartões contendo ovos do hospedeiro *E. heros*. As placas foram cobertas por uma cartolina de cor parda que permitisse a passagem da luz no interior da gaiola e fixadas com duas presilhas por gaiola. Montadas as gaiolas, estas foram transferidas para uma sala climatizada nas mesmas condições da criação do hospedeiro *E. heros* e dos parasitoides, onde foram conectados os tubos de emergência, tubos de vidro com um 10 mm de diâmetro e 100 mm de comprimento, contendo entre 45 a 50 adultos do parasitoide com aproximadamente 24 horas de idade, os quais foram impelidos a entrar nas gaiolas pelo fototropismo positivo tendo como alimento um filete de mel puro que foi ofertado no interior da gaiola sobre um pedaço de papel alumínio de 1 x 5 cm.

Após 24 horas da montagem das gaiolas, os tubos de emergência foram desconectados sendo ofertado em cada gaiola um cartão de papel azul do tipo cartolina de 1 x 5cm com 50 ovos de *E. heros* fixados com goma arábica, bem como as 48 e 72 horas.

Tabela 1. Agrotóxicos registrados para a cultura da soja testados quanto a seletividade a adultos de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*. Capão do Leão, RS, 2016.

Produto comercial ^{1/}	Ingrediente ativo	CIA ^{2/}	D.C. ^{3/}
Inseticida			
Belt [®]	flubendiamida	1,2	70
Connect [®]	imidacloprido+beta-ciflutrina	0,25+0,031	1000
Decis 25 EC [®]	deltametrina	0,062	200
Dimilin 80 WG [®]	diflubenzurom	2,00	150
Dipel PM [®]	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0,08	500
Engeo Pleno [®]	lambda-cialotrina+tiametoxam	0,35+0,27	200
Match EC [®]	lufenuron	0,12	150
Orthene 750 BR [®]	acefato	1,87	750
Sumithion 500 EC [®]	fenitrotona	1,25	1500
Fungicida			
Authority [®]	azoxistrobina+flutriafol	0,31+0,31	600
Fox [®]	trifloxistrobina+protioconazol	0,37+0,44	400
Opera [®] Ultra	pyraclostrobina+metconazol	0,33+0,12	600
Sphere Max [®]	trifloxistrobina+ciproconazol	0,94+0,40	200
Herbicida			
Finale [®]	glufosinato sal de amônio	0,50	2000
Glifosato Atanor [®]	sal de isopropilamina	1,20	6000

^{1/} Produto registrado no Agrofite (2016) para a cultura da soja; ^{2/} Concentração do ingrediente ativo na calda; ^{3/} Dosagem do produto comercial (g ou mL ha⁻¹) registrada para uma aplicação correspondente a 200 L ha⁻¹.

Passadas 96 horas da montagem do bioensaio, as gaiolas foram desmontadas e os cartões de cada tratamento acondicionados em tubos de vidro incolor de 8,5 x 2,5 cm vedados na parte superior com tecido *voile* preso com um atilho de borracha e transferidos para uma

sala climatizada nas mesmas condições da criação dos insetos até o momento da avaliação, 15 dias transcorridos do bioensaio.

A classificação dos produtos foi realizada baseando-se na redução no parasitismo de *T. podisi* e *T. basalis* em comparação com a testemunha e calculada pela equação $RP(\%) = [(1 - V_t / V_c) * 100]$, em que: RP é a porcentagem de redução no parasitismo; V_t é o parasitismo médio para o tratamento e V_c é o parasitismo médio da testemunha. Dessa forma, os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas da IOBC em: classe 1: inócuo ($RP < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq RP \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq RP \leq 99\%$) e classe 4: nocivo ($RP > 99\%$).

Os resultados quanto ao número médio de ovos parasitados por fêmea foi submetido a análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade da variância pelo teste de Hartley, atendidas essas pressuposições, procedeu-se a análise da variância (ANOVA) e os contrastes entre médias pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os inseticidas com as formulações imidacilprido+beta-ciflutrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, acefato, deltametrina e fenitrotriona diferiram significativamente da testemunha causando 100% de redução no parasitismo, sendo portanto classificados como nocivos (classe 4) para ambos os parasitoides (Tabela 2).

Inseticidas neurotóxicos como os supracitados são utilizados na agricultura desde a década de 40. São inseticidas de amplo espectro de ação que, por atuarem no sistema nervoso dos insetos, são também tóxicos a inimigos naturais sendo assim pouco seletivos (Carvalho et al. 2002).

A mistura de inseticidas do grupo dos Piretroides com o grupo dos Neonicotinoides como as formulações imidacloprido+beta-ciflutrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, são reportados pela literatura como inseticidas nocivos a inimigos naturais como *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em testes de laboratório que, segundo Moura et al. (2004) agem de forma imediata pelo efeito de “choque” causada pelo grupo químico dos Piretroides, bem como pelo efeito proporcionado pelo grupo dos Neonicotinoides que atuam de forma sistêmica. Pazini et al. (2016) concluíram que essa combinação de grupos químicos de inseticidas tem efeito deletério sobre espécies de parasitoides de ovos como *T. podisi* e *T. pretiosum*. Turchen et al. (2015) observaram a rápida mortalidade causada por lambda-cialotrina+tiametoxam a *T. podisi* em testes de exposição direta em laboratório, bem como do neonicotinóide imidacloprid. Saber (2011) também comprovou a letalidade do grupo químico com o inseticida imidacloprid em testes com o parasitoide *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), o qual causou mortalidade total do parasitoide no período de 24 horas o que, segundo os autores, se explica pela atuação da neurotoxina presente no inseticida que interfere na transmissão dos impulsos nervosos em insetos por ligação a receptores nicotínicos específicos de acetilcolina.

Vieira et al. (2012) mostraram que os inseticidas neurotóxicos a base de beta-ciflutrina+imidacloprido e lambda-cialotrina+tiametoxam são tóxicos a adultos de *T. pretiosum* e *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae) em testes de exposição em laboratório, corroborando com os resultados obtidos pelo presente trabalho.

Inseticidas do grupo químico dos Organofosforados são normalmente utilizados como padrão em testes de seletividade (Zotti et al. 2010), esse grupo de inseticidas atuam inibindo um importante neurotransmissor, a acetilcolinesterase (AChE), também possuem uma baixa

massa molecular o que possivelmente aumenta a sua toxicidade pelo fato de isso favorecer a penetração da molécula inseticida na cutícula do inseto (Fukuto 1990).

Fonseca et al. (2012) testando produtos comerciais do grupo dos organofosforados constataram 100% de mortalidade nas primeiras 24 horas em *Calosoma granulatum* Petry, 1830 (Coleoptera: Carabidae) e em várias outras famílias de insetos. Bastos et al. (2006) observaram a redução do parasitismo de *T. pretiosum* quando esses foram expostos a agrotóxicos do grupo dos Organofosforados, os quais causaram mais de 95% de redução do parasitismo em testes de laboratório.

Tabela 2. Redução do parasitismo e classificação de inseticidas registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basalis* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016.

Tratamento	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basalis</i>		
	Ovos/fêmea	R.P. ^{2/}	C. ^{3/}	Ovos/fêmea	R.P. ^{2/}	C. ^{3/}
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}			($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}		
Bioensaio I						
Imidacilprido+beta-ciflutrina	0,0±0,0 b	100	4	0,0±0,0 b	100	4
Lamda-cialotrina+tiametoxam	0,0±0,0 b	100	4	0,0±0,0 b	100	4
Acefato	0,0±0,0 b	100	4	0,0±0,0 b	100	4
Deltametrina	0,0±0,0 b	100	4	0,0±0,0 b	100	4
Fenitrotona	0,0±0,0 b	100	4	0,0±0,0 b	100	4
Testemunha	3,57±0,09 a	-	-	13,30±0,73 a	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento (p=0,0001), médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey (0,05); ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).

Suh et al. (2000) também comprovaram a atividade nociva de agrotóxicos do grupo dos Organofosforados a *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em testes de laboratório em que Profenophos causou 99% de

mortalidade do parasitoide. Da mesma forma, Vieira et al. (2001) comprovaram o efeito nocivo do Organofosforado Trichlorfon a adultos de *Trichogramma cordubensis* Vargas & Cabello, 1985 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ensaios de laboratório que resultaram em mais de 94% de mortalidade do parasitoide nas primeiras 24 horas de contato com o filme do agrotóxico. Embora os organofosforados sejam reconhecidamente nocivos a adultos de parasitoides de ovos, Vieira et al. (2012) classificaram Acefato 375 como inócuo a *T. remus* avaliando o efeito total no parasitoide, embora o mesmo produto tenha sido classificado como nocivo a *T. pretiosum*, isso possivelmente se deve a desproporcionalidade de tamanho entre esses dois parasitoides bem como pela constituição genética diferencial entre as famílias dos insetos.

Os ingredientes ativos diflubenzuron, flubendiamida, *Bacillus thuringiensis* e lufenuron não diferiram significativamente da testemunha para ambos os parasitoides, sendo classificados como inócuos (classe 1) apesar de flubendiamida ter causado uma pequena redução no parasitismo de *T. basalis* (9,39%) e lufenuron reduzir 9,75 e 6,61% o parasitismo de *T. podisi* e *T. basalis*, respectivamente (Tabela 3).

Ingredientes ativos que compõem inseticidas que atuam como reguladores do crescimento de insetos, tais como diflubenzuron e lufenuron (Tabela 3), agem após serem ingeridos e, normalmente, não afetam adultos de parasitoides de ovos (Bastos et al. 2006), a atuação desses compostos se deve a inibição da síntese de quitina no tegumento dos insetos, ocasionado a sua morte pela má formação do exoesqueleto (Tunaz & Uygun 2004). Dessa forma, inseticidas pertencentes a esse grupo tendem a ser mais específicos quanto ao modo de atuação, pois os alvos da molécula inseticida se concentram ao nível de imaturidade dos insetos com impacto reduzido sobre adultos de himenópteros parasitoides de ovos (Dhadialla et al. 1998). Assim, a seletividade desses produtos deve ser considerada também nas formas

jovens dos parasitoides, uma vez que o modo de atuação é específico para cada fase do desenvolvimento do inseto (Cônsoli et al. 2001).

Wang et al. (2014) testando inseticidas reguladores de crescimento do grupo das Benzoiluréias, concluíram que esses compostos foram inócuos a adultos do parasitoide *Trichogramma evanescens* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em testes de laboratório, mesmo com doses elevadas do inseticida. A seletividade de diflubenzuron a *T. podisi* foi confirmada em testes de laboratório por Pazini et al. (2016) e a *T. remus* por Carmo et al. (2009) quando ambos os parasitoides foram expostos ao contato direto com o agrotóxico.

Tabela 3. Redução do parasitismo e classificação de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016.

Tratamento	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basal</i>		
	Ovos/fêmea	R.P. ^{2/}	C ^{3/}	Ovos/fêmea	R.P. ^{2/}	C ^{3/}
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}			($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}		
Bioensaio II						
Diflubenzuron	5,44±0,88 ^{NS}	0,0	1	4,72±1,77 ^{NS}	0,0	1
Flubendiamida	5,12±0,78	0,0	1	3,51±0,58	9,39	1
<i>Bacillus thuringiensis</i>	4,95±0,24	0,0	1	6,18±2,15	0,0	1
Lufenuron	4,38±0,57	9,75	1	3,62±0,39	6,61	1
Testemunha	4,85±0,10	-	-	3,87±2,52	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento (p=0,2468) e (p=0,5747) para *T. podisi* e *T. basal*, respectivamente; ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).NS: não significância pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância.

Lufenuron também foi classificado como inócuo a *Trichogramma chilonis* Ishii, 1941 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em testes de laboratório por Sattar et al. (2011) em que a mortalidade do parasitoide não foi significativa em comparação com o controle em testes de

seletividade. Vianna et al. (2009) classificaram Lufenuron como inócuo a duas linhagens de *T. pretiosum* expondo os parasitoides ao contato com um filme de agrotóxico aplicado sobre ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Goulart et al. (2012) testando a seletividade de um inseticida regulador de crescimento aos parasitoides de ovos *T. pretiosum* e *T. exiguum* concluíram que triflumuron, inseticida também pertencente ao grupo das Benzoiluréias, é seletivo a esses parasitoides mesmo quando os testes são realizados com diferentes hospedeiros.

A ação de inseticidas do grupo químico das Diamidas promovem a ativação dos receptores de rianodina nos insetos, tais receptores tem um papel fundamental na musculatura, e o descontrole na liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático provocado pelos inseticidas desse grupo, causa uma paralisia permanente que tende a levar a morte do inseto contaminado (Cordova et al. 2006). De acordo com os resultados do presente trabalho, o ingrediente ativo flubendiamida foi classificado como inócuo a *T. podisi* e *T. basalis* (Tabela 3), em conformidade com os resultados de Pazini et al. (2016) que também comprovaram a inocuidade desse agrotóxico aos parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. pretiosum*, os quais não tiveram o parasitismo afetado pelo contato com um filme seco do agrotóxico. Esse ingrediente ativo também foi inócuo a *T. chilonis*, sendo caracterizado como pouco persistente e com baixo potencial de alterar a taxa de parasitismo, apesar de causar a mortalidade de cerca de 31% dos parasitoides (Sattar et al. 2011).

B. thuringiensis possui ação rápida contra pragas da ordem Lepidoptera sendo um agente de controle que deve ser utilizado dentro do MIP para o sucesso do manejo integrado dessas pragas (Polanczyk & Alves 2003). A seletividade desse produto comercial é condicionada porque o ingrediente ativo precisa ser ingerido pelo inseto, não tendo efeito de contato em espécies benéficas como *T. podisi*, conforme Silva & Bueno (2014). Takada et al. (2001) testando *B. thuringiensis* em *Trichogramma dendrolimi* Matsumura, 1926

(Hymenoptera: Trichogrammatidae) também corroboram com os resultados aqui obtidos (Tabela 3), uma vez que o produto comercial contendo a bactéria foi seletivo ao parasitoide. Adultos de *T. pretiosum* não apresentaram redução do parasitismo quando em contato com *B. thuringiensis* em testes laboratoriais realizados por Silva & Bueno (2015) demonstrando a inocuidade do produto.

Os fungicidas contendo pyraclostrobina+metconazol, trifloxistrobina+ciproconazol, azoxistrobina+flutriafol e trifloxistrobina+protioconazol não diferiram significativamente da testemunha sendo inócuos a *T. podisi* (classe 1), no entanto foram levemente nocivos (classe 2) a *T. basalis*, diferindo significativamente da testemunha, exceto trifloxistrobina+protioconazol que, apesar da não diferença estatística, reduziu 33,62% o parasitismo sendo portanto enquadrada naquela classe de seletividade. Os herbicidas dessecantes glufosinato sal de amônio e sal de isopropilamina não diferiram significativamente da testemunha sendo classificados como inócuos para as duas espécies, embora sal de isopropilamina tenha causado mais de 25% de redução no parasitismo de *T. basalis* (Tabela 4).

O fungicida contendo a formulação trifloxistrobina+protioconazol foi classificado como inócuo a *T. podisi* por Pazini et al. (2016), em consonância com os resultados obtidos com o presente estudo (Tabela 4), embora os autores tenham classificado o mesmo produto como levemente nocivo (classe 2) a *T. pretiosum* evidenciando a dissimilaridade de seletividade do produto entre espécies, uma vez que para *T. basalis* esse produto também foi classificado como levemente nocivo no presente estudo (Tabela 4). A atividade tóxica de um agrotóxico deve ser considerada também pela absorção da molécula inseticida no tecido adiposo do inseto, além da capacidade fisiológica de cada espécie de metabolizar e ou excretar o composto químico (Carvalho et al. 2012).

Tabela 4. Redução do parasitismo e classificação de fungicidas e herbicidas registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016.

Tratamento	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basal</i>		
	Ovos/fêmea			Ovos/fêmea		
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}	R.P. ^{2/}	C. ^{3/}	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}	R.P. ^{2/}	C. ^{3/}
Bioensaio III						
Pyraclostrobina+metconazol	4,35±0,24 ^{NS}	3,61	1	4,46±0,99 b	63,56	2
Trifloxistrobina+ciproconazol	3,64±0,48	0,0	1	4,93±0,64 b	59,30	2
Azoxistrobina+flutriafol	4,77±0,10	0,0	1	3,40±0,29 b	71,87	2
Trifloxistrobina+protioconazol	4,24±0,88	6,07	1	8,03±2,19 ab	33,62	2
Glufosinato sal de amônio	3,88±0,57	13,95	1	10,18±0,55a	15,79	1
Sal de isopropilamina	3,86±0,78	14,42	1	9,42±0,90ab	25,81	1
Testemunha	4,51±0,31	-	-	12,10±0,08 a	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento (p=0,1677) e (p=0,0097) para *T. podisi* e *T. basal*, respectivamente, médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey (0,05); ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). NS: não significância pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância.

Magano et al. (2015) também classificaram trifloxistrobina+protioconazol como levemente nocivo a *T. pretiosum* em ensaios laboratoriais mostrando que esse fungicida possui características levemente nocivas a algumas espécies de parasitoides, também classificaram pyraclostrobin + epoxiconazole e ciproconazole + trifloxystrobin como moderadamente nocivo àquela espécie, mais uma vez comprovando que misturas de triazóis e estrobilurinas tem efeitos maléficos a algumas espécies de parasitoides.

O grupo químico dos triazóis em mistura com o grupo das estrobilurinas são utilizados na formulação de muitos fungicidas porque aliam o poder curativo dos triazóis somados ao residual proporcionado pelas estrobilurinas (Pimenta et al. 2011). Embora fungicidas concentrem o modo de atuação a fungos, a sua toxicidade advém da sua formulação que

342 contêm ingredientes por vezes tóxicos possuindo também seletividade diferenciada entre
343 espécies e linhagens de parasitoides como ocorrido nesse estudo (Carvalho et al. 2012).

344 Pratisoli et al. (2010) não encontraram efeito adverso de azoxistrobina a adultos de
345 *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
346 quando submetidos ao contato direto com o fungicida, contudo cabe destacar que a
347 concentração do ingrediente ativo foi muito menor do que o utilizado neste estudo além de
348 neste caso azoxistrobina estar mesclado com flutriafol, o que eleva em grande parte a
349 possibilidade do efeito adverso do produto.

350 A grande participação do herbicida glifosato no mercado mundial se deve ao seu amplo
351 espectro de ação e do advento de cultivares de soja resistentes a essa molécula herbicida
352 (Shaner 2000). A base do ingrediente ativo é um sal que atua inibindo a enzima EPSPs que
353 age em rotas específicas de síntese de aminoácidos em plantas (Amarante Júnior & Santos
354 2002), apesar disso as formulações desses agrotóxicos podem ter efeitos tóxicos a parasitoides
355 como *T.pretiosum*, conforme Giolo et al. (2005) que concluíram pela toxicidade de 8
356 herbicidas contendo o ingrediente ativo de glifosato, incluindo sal de isopropilamina testado
357 no presente estudo (Tabela 4). Não obstante, Stecca et al. (2016) classificaram sal de
358 isopropilamina como seletivo a *T. remus* quando adultos do parasitoide foram expostos a um
359 filme do agrotóxico aplicado sobre placas de vidro, assim destacando a seletividade
360 diferenciada de glifosato a espécies de parasitoides.

361 A seletividade de herbicidas dessecantes pode ser observada em outras espécies de
362 parasitoides como *Palmistichus elaeisis* Delvare & La Salle (1993) (Hymenoptera:
363 Eulophidae) que não foi afetado pela exposição ao produto a base de sal de amônio. Contudo,
364 o parasitoide foi suscetível ao ingrediente glufosinato de amônio após 72 horas de exposição a
365 pupas tratadas com o produto comercial (Menezes et al. 2012). O impacto de herbicidas a
366 parasitoides deve ser estudado para a elucidação do seu potencial maléfico a espécies de

insetos benéficos levando em consideração o produto comercial, os quais possuem formulações e concentrações específicas que podem ter efeitos adversos a espécies não alvo (Hassan & Abdelgader 2001).

Os resultados desta pesquisa demonstram que, aparentemente, o parasitoide *T. basalis* é mais sensível em sua fase adulta a alguns agrotóxicos como fungicidas se comparado com *T. podisi* o que, possivelmente, pode impactar na predominância entre uma ou outra espécie no campo. É importante se destacar que o trabalho realizado foi conduzido com linhagens de parasitoides e ensaios com espécies advindas de outras regiões do Brasil e assim seria necessário para uma conclusão mais precisa acerca da seletividade diferencial entre *T. podisi* e *T. basalis*, bem como para linhagens do Sul do Brasil. Inseticidas neurotóxicos devem ser evitados uma vez que não foram seletivos a nenhum dos parasitoides, pelo contrário, o grupo das diamidas e o grupo dos reguladores de crescimento dos insetos devem ser preferidos sempre que possível visto que foram seletivos as duas espécies de parasitoides. Fungicidas a base de triazóis combinados com estrobilurinas não foram seletivos a *T. basalis*, embora testes de semi-campo sejam necessários para um melhor conhecimento do impacto desses agrotóxicos nessas condições. Cabe destacar também que métodos de controle de pragas como plantas transgênicas, não possuem até o momento efeito sobre Hemiptera, sendo a utilização de agrotóxicos seletivos a parasitoides de ovos dessa ordem de suma importância para a implementação do MIP.

2.4 CONCLUSÕES

1. Os inseticidas a base de imidacloprido+beta-ciflutrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, acefato, deltametrina e fenitrothion são classificados como nocivos (classe 4) para *T. podisi*

e *T. basalis*, os inseticidas a base de diflubenzuron, flubendiamida, *Bacillus thuringiensis* e lufenuron foram classificados como inócuos (classe 1) para ambos os parasitoides;

2. Os fungicidas formulados com pyraclostrobina+metconazol, trifloxistrobina+ciproconazol, azoxistrobina+flutriafol e trifloxistrobina+protioconazol são classificados como inócuos (classe 1) a *T. podisi*, mas moderadamente nocivos (classe 2) a *T. basalis*;
3. Os herbicidas contendo glufosinato sal de amônio e sal de isopropilamina são inócuos aos parasitoides de ovos *T. podisi* e *T. basalis*.

2.5 REFERÊNCIAS

- AGROFIT: sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2016. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 Jan. 2016.
- AMARANTE JÚNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R. dos. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, v. 25, n. 1, p. 589-593, 2002.
- BASTOS, C. S. et al. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. *Pest Management Science*, v. 62, n. 1, p. 91-98, 2006.
- CARMO, E. L. et al. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. *Ciência Rural*, v. 39, n. 8, p. 2293-2300, 2009.
- CARMO, E. L. et al. Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*. *BioControl*, v. 55, n. 1, p. 455-464, 2010.

- 413 CARVALHO, G. A. et al. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro
414 (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:
415 Trichogrammatidae). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 26, n. 6, p. 1160-1166, 2002.
- 416 CARVALHO, J. R. et al. Seletividade de fungicidas utilizados na cultura do tomateiro
417 (*Lycopersicum esculentum*, MILL.) a *Trichogramma pretiosum*. *Nucleus*, v. 9, n. 2, p. 177-
418 185, 2012.
- 419 CASTELO BRANCO, M. et al. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas de populações da
420 traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 3, p. 549-
421 552, 2003.
- 422 CÔNSOLI, F. L. et al. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi*
423 Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). *Journal of Applied Entomology*, v. 125, n. 1/2, p.
424 37-43, 2001.
- 425 CORDOVA, D. et al. Anthranilic diamides: a new class of insecticides with a novel mode of
426 action, ryanodine receptor activation. *Pesticide Biochemistry Physiology*, v. 84, n. 1, p. 196-
427 214, 2006.
- 428 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. Seasonal occurrence and host spectrum of egg
429 parasitoids associated with soybean stink bugs. *Biological Control*, v.5, n. 2, p. 196-202,
430 1995.
- 431 CORRÊA-FERREIRA, B. S.; PANIZZI, A. R. Percevejos da soja e seu manejo.
432 *EmbrapaCNPSO*, Circular técnica, v. 1, n. 24, p. 01-45, 1999.
- 433 DHADIALLA, T. S. et al. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity.
434 *Annual Review of Entomology*, v. 43, n. 1, p. 545-569, 1998.

- 435 FONSECA, P. S. B. et al. Seletividade de inseticidas utilizados no controle da *Spodoptera*
436 *frugiperda* (J. E. Smith, 1797) nos inimigos naturais epigéicos na cultura do milho.
437 *Caatinga*, v. 25, n. 1, p. 14-19, 2012.
- 438 FUKUTO, T. R. Mechanism of action of organophosphorus and carbamate insecticides.
439 *Environmental Health Perspectives*, v. 87, n. 1, p. 245-254, 1990.
- 440 GIOLO, F. P. et al. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum*
441 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005.
- 442 GOULART, R. M. et al. Insecticide selectivity to two species of *Trichogramma* in three
443 diferente hosts, as determined by IOBC/WPRS methodology. *Pest Management Science*, v.
444 68, n. 1, p. 240-244, 2012.
- 445 GOUVÊA, A. V. et al. Avaliação da contaminação de amostras de soja com resíduos de
446 agrotóxicos pelo método QuEChERS acetato com análise por meio de CLAE-EM/EM.
447 *Instituto Adolfo Lutz*, v. 74, n. 3, p. 225-238, 2015.
- 448 HASSAN, S. A.; ABDELGADER, H. A Sequential testing program to assess the effects of
449 pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). *IOBC/WPRS*
450 *Bulletin*, v. 24, n. 4, p. 71-81, 2001.
- 451 HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection
452 products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI,
453 M. P. et al. (eds.): *Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-*
454 *target arthropods*. Gent:IOBC/WPRS, 2000. p.107-119.
- 455 HOLTZ, V.; COUTO, R. F. OLIVEIRA, D. G.; REIS, E. F. Deposição de calda de
456 pulverização e produtividade da soja cultivada em diferentes arranjos espaciais. *Ciência*
457 *Rural*, v. 44, v. 8, p. 1371-1376, 2014.

- LAGÔA, A. C. G. *Respostas comportamentais dos parasitoides de ovos Telenomus podisi e Trissolcus basalís (Hymenoptera: Platygastridae) a rastros químicos de percevejos (Hemiptera: Pentatomidae)*. 2016. 98 f. Dissertação (Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zoologia). Universidade de Brasília-UnB: Instituto de Biologia, Brasília, 2016.
- LOPES, A. P. S. et al. Defesas induzidas por herbivoria e interações específicas no sistema tritrófico soja-percevejos-parasitoides de ovos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 6, p. 875-878, 2012.
- MAGANO et al. Efeitos secundários de herbicidas aplicados em soja sobre *Trichogramma pretiosum*. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 19, n. 2, p. 49-56, 2013.
- MAGANO, D. A. et al. Evaluating the selectivity of registered fungicides for soybean against *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *African Journal of Agricultural Research*, v. 10, n. 40, p. 3825-3831, 2015.
- MENEZES, C. W. G. et al. Reproductive and toxicological impacts of herbicides used in *Eucalyptus* culture in Brazil on the parasitoid *Palmistichus elaeisis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Weed Research*, v. 52, n. 6, p. 520-525, 2012.
- MOURA, A. P. et al. Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 26, n. 2, p. 231-237, 2004.
- PARRA, J. R. P. Criação massal de inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. et al. *Controle biológico no Brasil-parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-161.
- PAZINI, J. de B. et al. Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and *Trichogramma pretiosum*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 46, n. 3, p. 327-335, 2016.

- 481 PERES, W. A. A.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Methodology of mass multiplication of
482 *Telenomus podisi* Ash. and *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae) on eggs of
483 *Euschistus heros* (Fab.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Neotropical Entomology*, v. 33, n. 4, p.
484 457-462, 2004.
- 485 PIMENTA, C. B. et al. Efeito do tratamento de semente com fungicidas associado à
486 pulverização foliar no controle da ferrugem asiática da soja. *Summa Phytopathology*, v. 37, n.
487 4, p. 187-193, 2011.
- 488 POLANCZYK, R.; ALVES, S. *Bacillus thuringiensis*: uma breve revisão. *Agrociência*, v. 7,
489 n. 2, p. 1-10, 2003.
- 490 PRATISSOLI, D. et al. Side effects of fungicides used in cucurbitaceous crop on
491 *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Chilean*
492 *Journal of Agricultural Research*, v. 70, n. 2, p. 323-327, 2010.
- 493 PROKOPY, R. J.; KOGAN, M. Integrated pest management. In: RESH, V. H.; CARDÉ, R.
494 T. (Ed.). *Encyclopedia of insects*. New York: Academic Press, 2003. p.4-9.
- 495 SABER, M. Acute and population level toxicity of imidacloprid and fenpyroximate on an
496 important egg parasitoid, *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae).
497 *Ecotoxicology*, v. 20, n. 1, p. 1476-1484, 2011.
- 498 SATTAR, S. et al. Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis*
499 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions.
500 *Pakistan Journal of Zoology*, v. 43, n. 6, p. 1117-1125, 2011.
- 501 SHANER, D. L. The impact of glyphosate-tolerant crops on the use of other herbicides and
502 on resistance management. *Pest Management Science*, v. 56, p. 320-326, 2000.

- 503 SILVA, D. M da; BUENO, A. de F. Organic products selectivity for *Trichogramma*
504 *pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Agricultural Entomology*, v. 20, n. 1, p. 1-8,
505 2015.
- 506 SILVA, D. M da; BUENO, A. de F. Toxicity of organic supplies for the egg parasitoid
507 *Telenomus podisi*. *Ciência Rural*, v. 44, n. 1, p. 11-17, 2014.
- 508 SILVA, F. E. L. da. *Aspectos relacionados com o uso de parasitoides no manejo integrado da*
509 *mosca minadora no meloeiro*. 2016. 48 f. Dissertação (Dissertação apresentada ao Programa
510 de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFERSA, como parte das exigências do Programa para
511 obtenção do título de mestre em Agronomia: Fitotecnia). Universidade Federal Rural do
512 Semi-Árido: campus Mossoró, Mossoró, 2016.
- 513 STECCA, C. S. et al. Side-effects of Glyphosate to the parasitoid *Telenomus remus* Nixon
514 (Hymenoptera: Platygasteridae). *Neotropical Entomology*, v. 45, n. 2, p. 1-9, 2016.
- 515 SUH, C. P. C. et al. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae:
516 Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *Biological and Microbial*
517 *Control*, v. 93, n. 3, p. 577-583, 2000.
- 518 TAKADA, Y. et al. Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid
519 *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic*
520 *Entomology*, v. 94, n. 6, p. 1340-1343, 2001.
- 521 TORRES, J. B. et al. Exigências térmicas e potencial de desenvolvimento dos parasitóides
522 *Telenomus podisi* Ashmead e *Trissolcus brochymenae* (Ashmead) em ovos do percevejo
523 predador *Podisus nigrispinus* (Dallas). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 26, n.
524 3, p. 445-453, 1997.
- 525 TUNAZ, H.; UYGUN, N. Insect growth regulators for insect pest control. *Turkish Journal of*
526 *Agriculture and Forestry*, v. 28, n. 1, p. 377-387, 2004.

- 527 TURCHEN, L. M. et al. Lethal and sublethal effects of insecticides on the egg parasitoid
528 *Telenomus podisi* (Hymenoptera: Platygastridae). *Journal of Economic Entomology*, v. 1, n.
529 109, p. 84-92, 2015.
- 530 VIANNA, U. R. et al. Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera:
531 Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. *Ecotoxicology*, v. 18, n. 1,
532 p. 180-186, 2009.
- 533 VIEIRA, A. et al. Effects of conventional pesticides on the preimaginal developmental stages
534 and on adults of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biocontrol*
535 *Science and Technology*, v. 11, n. 1, p. 527-534, 2001.
- 536 VIEIRA, S. S. et al. Efeitos dos inseticidas utilizados no controle de *Bemisia tabaci*
537 (Gennadius) biótipo B e sua seletividade aos inimigos naturais na cultura da soja. *Ciências*
538 *Agrárias*, v. 33, n. 5, p. 1809-1818, 2012.
- 539 WANG, Y. et al. Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma*
540 *evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, v. 70,
541 n. 1, p. 398-404, 2014.
- 542 ZOTTI, M. J. et al. Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para ovos e ninfas do
543 predador *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822) (Dermaptera: Forficulidae). *Arquivos do Instituto*
544 *Biológico*, v. 77, n. 1, p. 111-118, 2010.

Artigo 2 - Revista Ciência Agronômica

**TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS REGISTRADOS PARA A CULTURA DA
SOJA NA FASE IMATURA DOS PARASITOIDES DE OVOS *Telenomus podisi*
E *Trissolcus basali***

RONALDO ZANTEDESCHI, ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER, MATHEUS
RAKES, MIKAEL BOLKE ARAÚJO E RAFAEL ANTONIO PASINI

1 **3 Artigo 2 - Toxicidade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja na fase**
2 **imatura dos parasitoides de ovos *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal***¹

3
4 Toxicity of registered agrochemicals for soybean crop to the immature phase of the egg
5 parasitoids *Telenomus podisi* and *Trissolcus basal*

6
7 Ronaldo Zantedeschi², Anderson Dionei Grützmacher², Matheus Rakes², Mikael Bolke
8 Araújo² e Rafael Antonio Pasini²

9
10 **RESUMO** - O controle biológico de percevejos fitófagos na cultura da soja é feito
11 eficientemente por parasitoides de ovos, sendo *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus*
12 *basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) as duas principais espécies
13 encontradas nas lavouras brasileiras. No entanto, a utilização de agrotóxicos nessa cultura
14 necessita ser manejada de forma consciente com a utilização de agrotóxicos seletivos aos
15 parasitoides de ovos, garantindo um agroecossistema equilibrado. O objetivo do trabalho foi
16 avaliar a seletividade de 15 agrotóxicos registrados para a cultura da soja a fase imatura (pré e
17 pós-parasitismo) de *T. podisi* e *T. basalis* seguindo, para isso, a metodologia da “*International*
18 *Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC).
19 O cálculo da redução no parasitismo (RP) foi calculado comparando-se cada tratamento de
20 cada bioensaio com a testemunha sendo os agrotóxicos classificados em: classe 1: inócuo
21 (RP<30%); classe 2: levemente nocivo (30%≤RP≤79%); classe 3: moderadamente nocivo
22 (80%≤RP ≤99%); classe 4: nocivo (RP>99%). Em pré-parasitismo os inseticidas
23 imidacloprido+beta-ciflutrina, deltametrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, acefato e
24 fenitrotiona reduziram o parasitismo de ambos os parasitoides, os inseticidas flubendiamida,

25 ¹ Artigo a ser submetido a Revista Ciência Agronômica

² Universidade Federal de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: ronaldozantedeschi@gmail.com

seletivos a ambos parasitoides, os fungicidas azoxistrobina + flutriafol, trifloxistrobina + prothioconazol, pyraclostrobina + metconazol e trifloxistrobina + ciproconazol e o herbicida glufosinato sal de amônio foram seletivos aos dois parasitoides, com exceção de pyraclostrobina + metconazol que reduziu significativamente o parasitismo de *T. basalis*. Em pós-parasitismo todos os agrotóxicos supracitados foram seletivos a *T. podisi* e *T. basalis*. *T. basalis* é mais sensível a agrotóxicos registrados para a cultura da soja, em comparação com *T. podisi*, em testes de pré-parasitismo, embora mais trabalhos sejam necessários para elucidar o impacto de agrotóxicos a essas espécies em condições de semi-campo.

Palavras-chave: *Glycine max*. Controle biológico. Controle químico. Manejo integrado de pragas.

ABSTRACT - The biological control of phytophagous bugs in the soybean crop is efficiently performed by egg parasitoids, being *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 and *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) the two main species found in Brazilian crops. However, the use of agrochemicals in this crop needs to be managed consciously with the use of selective pesticides to egg parasitoids, ensuring a balanced agroecosystem. The objective of this work was to evaluate the selectivity of 15 pesticides registered for the soybean crop to the immature phase (pre and post parasitism) of *T. podisi* and *T. basalis*, following the methodology of the “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants” (IOBC). The calculation of the reduction in parasitism (RP) was calculated by comparing each treatment of each bioassay with the control and the pesticides were classified as: class 1: innocuous ($RP < 30\%$); class 2: Slightly harmful ($30\% \leq RP \leq 79\%$); class 3: Moderately harmful ($80\% \leq RP \leq 99\%$); class 4: Harmful ($RP > 99\%$). In pre-parasitism, the insecticides imidacloprid + beta-cyfluthrin, deltamethrin,

lambda-cyhalothrin + thiamethoxam, acephate and fenitrothion reduced the parasitism of both parasitoids, the insecticides flubendiamide, diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis*, lufenuron and the herbicide isopropylamine salt were selective to both parasitoids, the fungicides azoxystrobin + flutriafol, trifloxystrobin + prothioconazole, pyraclostrobin + metconazole and trifloxystrobin + cyproconazole and the herbicide glufosinate ammonium salt were selective to both parasitoids, except for pyraclostrobin + metconazole, which significantly reduced the parasitism of *T. basalis*. In post-parasitism all the aforementioned agrochemicals were selective to *T. podisi* and *T. basalis*. *T. basalis* is more sensitive to pesticides registered for soybean cultivation compared to *T. podisi* in pre-parasitism test, although more work is needed to elucidate the impact of pesticides on these species in semi-field.

Key words: *Glycine max*. Biological control. Chemical control. Integrated pest management.

3.1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja fornece um dos grãos mais importantes para o Brasil, principalmente quando se fala em divisas relacionadas a exportação do produto, sendo também responsável pela mecanização ocorrida nas lavouras brasileiras o que, indiretamente, fomentou a indústria, o sistema de transporte, a expansão da fronteira agrícola e o aumento da participação do país no mercado internacional (PROQUE *et al.*, 2014).

No entanto, o ataque de artrópodes praga na cultura provocam a redução na produtividade além da diminuição da qualidade dos grãos e das sementes de soja, o que representa um grave problema para o agronegócio brasileiro (SOSA-GÓMEZ *et al.*, 2006). Associado aos insetos-praga, o monocultivo em extensas áreas também favorece o ataque de doenças como a ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* que em condições propícias de temperatura e alta umidade pode causar a redução da produtividade na

ordem de 80%, o que torna o uso de fungicidas uma prática comum e necessária para a contenção de prejuízos econômicos (FREITAS *et al.*, 2016) Além disso, plantas daninhas são potencialmente redutores da produtividade da soja pela competição direta por recursos naturais com a cultura e sempre são controladas (SILVA *et al.*, 2009).

Parasitoides de ovos de percevejos sugadores como *Telenomus podisi* Ashmead, 1893 e *Trissolcus basalis* (Wollaston, 1858) (Hymenoptera: Platygasteridae) são agentes biológicos importantes para a regulação populacional de percevejos como *Euschistus heros* (Fabr., 1974) (Hemiptera: Pentatomidae). Esses parasitoides são eficientes inimigos naturais dos percevejos porque controlam essa praga na fase de ovo, o que impede a sua emergência e posterior prejuízo causado pela sucção das vagens da planta (PACHECO; CORRÊA-FERREIRA, 2000). Com efeito, *E. heros* é uma das principais pragas que ataca a cultura da soja no Brasil e o seu controle com uso exagerado de inseticidas além de colocarem em risco a saúde humana, também pode causar a resistência da praga a esses produtos e principalmente prejudicar o controle biológico efetuado por parasitoides de ovos (SOSA-GÓMEZ; SILVA, 2010).

No Manejo Integrado de Pragas (MIP) o uso das várias estratégias para o controle de pragas deve ser levado em consideração para a manutenção do sistema produtivo, tendo em vista a sustentabilidade, de tal forma que táticas como o monitoramento da lavoura, a determinação dos níveis de dano econômico e o uso de agrotóxicos seletivos a inimigos naturais devem ser práticas usuais em todas as etapas do processo produtivo (MOURA; ROCHA, 2006).

Além do efeito de agrotóxicos sobre adultos de parasitoides, é importante destacar que as fases imaturas, como ovo, larva e pupa, também estão expostos aos produtos fitossanitários aplicados, tendo como agravante o fato de estarem estáticos no ovo do hospedeiro. Assim, um agrotóxico tem a necessidade de ser seletivo a essas fases dos parasitoides para garantir a manutenção dessas populações no campo (CASTILHOS *et al.*, 2014). Embora o fato de

estarem fixos no hospedeiro, a fase de ovo-larva dos parasitoides tem a vantagem de possuírem a proteção do córion contra a entrada de agrotóxicos (SHEA *et al.*, 1996), o que não elimina a necessidade de testes que avaliem a toxicidade de agrotóxicos nessa fase.

No Brasil não existem trabalhos avaliando a seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a fase imatura de parasitoides de ovos de percevejos fitófagos, exceto ensaios testando inseticidas alternativos como óleo de gerânio, Natualio e Natuneem a *T. podisi* (SMANIOTTO *et al.*, 2013), o que torna esse estudo de grande importância para o conhecimento e melhor manejo dos agrotóxicos com mínimo impacto ambiental.

Desse modo, o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto de 15 agrotóxicos registrados para a cultura da soja em pré-parasitismo e pós-parasitismo dos parasitoides de ovos de percevejo *T. podisi* e *T. basalis* e classificá-los quanto a sua seletividade nessa fase de desenvolvimento.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios realizados em pré-parasitismo e pós-parasitismo dos parasitoides de ovos de percevejo *T. basalis* e *T. podisi* foram conduzidos no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP) do Departamento de Fitossanidade, na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas-RS, utilizando uma adaptação da metodologia padronizada estabelecida pela “*International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC) segundo Hassan *et al.* (2000). Foram testados 15 agrotóxicos (Tabela 1) registrados para a cultura da soja (AGROFIT, 2016), os quais foram pulverizados com o auxílio de um pulverizador manual Guarany® Ultrajet 500 mL, perfazendo uma cobertura de calda de $200 \text{ mg}/100 \text{ cm}^2 \pm 10\%$ (correspondendo a um total de 2 mg de calda por cm^2 de superfície da placa) aferido por balança de precisão.

Utilizaram-se ovos do hospedeiro *E. heros* com 40 a 48 horas após a postura e fêmeas adultas dos parasitoides com idae de 20 a 24 horas, todos provenientes de criação massal estabelecida em laboratório (Temperatura: 25±1° C, UR: 70±10%; Fotofase: 14 h).

Tabela 1 - Agrotóxicos registrados para a cultura da soja testados quanto a seletividade a fase imatura de *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal*. Capão do Leão, RS, 2016

Produto comercial ^{1/}	Ingrediente ativo	CIA ^{2/}	D.C. ^{3/}
Inseticida			
Belt [®]	flubendiamida	1,2	70
Connect [®]	imidacloprido+beta-ciflutrina	0,25+0,031	1000
Decis 25 EC [®]	deltametrina	0,062	200
Dimilin 80 WG [®]	diflubenzurom	2,00	150
Dipel PM [®]	<i>Bacillus thuringiensis</i>	0,08	500
Engeo Pleno [®]	lambda-cialotrina+tiametoxam	0,35+0,27	200
Match EC [®]	lufenuron	0,12	150
Orthene 750 BR [®]	acefato	1,87	750
Sumithion 500 EC [®]	fenitrotona	1,25	1500
Fungicida			
Authority [®]	azoxistrobina+flutriafol	0,31+0,31	600
Fox [®]	trifloxistrobina+protioconazol	0,37+0,44	400
Opera [®] Ultra	pyraclostrobina+metconazol	0,33+0,12	600
Sphere Max [®]	trifloxistrobina+ciproconazol	0,94+0,40	200
Herbicida			
Finale [®]	glufosinato sal de amônio	0,50	2000
Glifosato Atanor [®]	sal de isopropilamina	1,20	6000

^{1/} Produto registrado no Agrofite (2016) para a cultura da soja; ^{2/} Concentração do ingrediente ativo na calda; ^{3/} Dosagem do produto comercial (g. ou mL ha⁻¹) registrada para uma aplicação correspondente a 200 L ha⁻¹

Os ovos de *E. heros* foram separados com auxílio de uma pinça e colados com goma arábica em cartelas do tipo cartolina da cor azul de 10 x 100 mm com 25 ovos por cartela, sendo que cada tratamento contou com oito repetições. Cada agrotóxico foi diluído na máxima dosagem registrada e pulverizado sobre as oito cartelas que compunham cada

tratamento, as quais foram colocadas sobre placas de vidro incolor de 13 x 13 cm, sobre elas foi pulverizado cada produto.

Para os tratamentos em pré-parasitismo (BUENO *et al.*, 2008) os agrotóxicos foram aplicados sobre os ovos e, após a secagem da calda, foram colocados em tubos de vidro de 8,5 x 2,5 cm e inseridas uma fêmea por tubo com uma pequena gotícula de mel para a alimentação das mesmas. Após 24 horas as fêmeas foram retiradas dos tubos e estes acondicionados em sala climatizada nas mesmas condições acima descritas até a emergência dos adultos.

Nos tratamentos em pós-parasitismo as fêmeas foram colocadas nos tubos por 24 horas e após esse período retiradas e em seguida efetuada a aplicação dos agrotóxicos, quando seca a calda, as cartelas foram acondicionadas nos tubos por tempo suficiente para a emergência dos adultos, um período entre 10 a 15 dias (BUENO *et al.*, 2012; VOLKOFF; COLAZZA, 1992).

Cada tratamento foi comparado com a testemunha negativa, na qual se pulverizou água destilada e após classificada quanto a sua seletividade aos parasitoides, sendo a redução no parasitismo calculada pela Equação (1):

$$R(\%) = [(1 - T / C) * 100] \quad (1)$$

sendo: R é a porcentagem de redução no parasitismo ou emergência; T é a média do parasitismo ou emergência para o tratamento e C é a média do parasitismo ou emergência do tratamento controle (testemunha). Desse modo, os agrotóxicos foram classificados de acordo com as normas da IOBC em: classe 1: inócuo ($R < 30\%$); classe 2: levemente nocivo ($30\% \leq R \leq 79\%$); classe 3: moderadamente nocivo ($80\% \leq R \leq 99\%$); classe 4: nocivo ($R > 99\%$).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com oito repetições por tratamento, os resultados foram submetidos a análise de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade da variância pelo teste de Hartley, atendidas essas pressuposições,

procedeu-se a análise da variância (ANOVA) e os contrastes entre médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferença significativa em pré-parasitismo em relação a testemunha, entre os parasitoides quanto a seletividade dos inseticidas imidacloprido+beta-ciflutrina, deltametrina, lambda-cialotrina+tiametoxam, acefato e fenitrotiona os quais foram levemente nocivos (classe 2) a *T. podisi* mas moderadamente nocivos a *T. basalis* (classe 3), exceto para acefato que, embora não tenha diferido significativamente da testemunha, foi classificado como levemente nocivo (classe 2) (Tabela 2). No entanto não foi observada significância entre os mesmos tratamentos em pós-parasitismo (ovo-larva) em relação a testemunha, sendo os mesmos produtos classificados como seletivos (classe 1) para ambos os parasitoides (Tabela 2).

A toxicidade da combinação de piretróides com neonicotinóides foi evidenciada por Oliveira *et al.* (2013) em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) previamente tratados com lambda-cialotrina+tiametoxam a *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) classificando o produto como nocivo àquela espécie por reduzir 100% do parasitismo.

Aplicações isoladas do neonicotinóide imidacloprid e do piretróide beta-ciflutrina sobre folhas de citrus também se mostraram prejudiciais ao parasitoide *Ageniaspis citricola* Longvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae), sendo ambos classificados como nocivos (classe 4) a este parasitoide, levando a efeito que a utilização de produtos com esses ingredientes ativos devem ser regradados afim de não prejudicar o controle biológico (MORAIS *et al.*, 2016).

Rocha e Carvalho (2004) também classificaram imidacloprid como moderadamente nocivo (classe 3) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

após o contato dos adultos do parasitoide com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) pulverizados com o inseticida.

Tabela 2 - Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de inseticidas registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016

Tratamento	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basal</i>		
	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}			($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}		
Bioensaio I pré-parasitismo						
Imidacloprido+beta-ciflutrina	6,0±1,11 b	73,33	2	2,50±0,71 b	80,20	3
Deltametrina	8,38±2,39 b	62,03	2	1,12±0,52 b	92,30	3
Lambda-cialotrina+tiametoxam	9,25±2,06 b	58,89	2	2,25±0,49 b	82,04	3
Acefato	11,38±1,69 b	49,44	2	8,50±1,21 a	32,12	2
Fenitrotiona	8,38±1,58 b	62,78	2	1,63±0,42 b	87,00	3
Testemunha	22,50±1,34 a	-	-	12,50±2,69 a	-	-
Bioensaio II pós-parasitismo						
Imidacloprido+beta-ciflutrina	22,62±0,80 ^{NS}	2,2	1	12,38±1,27 ^{NS}	1,94	1
Deltametrina	20,13±2,79	1,5	1	14,00±2,75	3,23	1
Lambda-cialotrina+tiametoxam	22,13±1,09	5,56	1	12,75±1,19	6,45	1
Acefato	22,63±0,89	2,12	1	11,38±1,27	12,25	1
Fenitrotiona	23,63±0,82	2,53	1	9,38±1,97	24,52	1
Testemunha	20,38±2,83	-	-	13,25±0,59	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento p=0,0001 e p=0,6999 para *T. podisi* em pré e pós-parasitismo; p=0,0001 e p=0,2717 para *T. basal* em pré e pós-parasitismo, respectivamente, médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey (0,05); ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). NS: não significância pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância

Em aplicações da combinação imidacloprido+beta-ciflutrina na fase imatura de *Telenomus remus* Nixon, 1937 (Hymenoptera: Scelionidae), Carmo *et al.* (2009) também não encontraram diferença significativa do inseticida em relação a testemunha, classificando o agrotóxico como seletivo a essa fase do parasitoide. Souza *et al.* (2014) também não

observaram redução no parasitismo de *T. pretiosum* quando tratados na fase de ovo-larva com produto contendo lambda-cialotrina+tiametoxam estando em concordância com nossos resultados em pós-parasitismo (Tabela 2).

Saber *et al.* (2005) concluíram pela toxicidade do ingrediente ativo deltametrina quando o produto foi pulverizado em ovos de *Eurygaster integriceps* Puton, 1893 (Heteroptera: Scutelleridae) e apresentou redução de 35,4% no parasitismo de *Trissolcus grandis* Thomson, 1860 (Hymenoptera: Scelionidae) em testes laboratoriais sendo condizente com o presente trabalho em que ambos os parasitoides foram afetados negativamente por esse ingrediente ativo.

É importante destacar também o potencial sub-letal do ingrediente deltametrina, uma vez que baixas dosagens são capazes de afetar a fecundidade e a longevidade de adultos como mostrado por Bayram *et al.* (2010) em fêmeas de *Telenomus busseolae* Gahan, 1922 (Hymenoptera: Scelionidae) expostas a baixas concentrações do agrotóxico. A fase ovo-larva, no entanto, não é afetada aparentemente por esse princípio ativo, como mostrado por Carvalho *et al.* (2003) nessa fase de *T. pretiosum*, o qual não foi afetado pela aplicação do agrotóxico, condizente com nossos resultados.

O ingrediente ativo acefato foi classificado como tóxico por Cordero *et al.* (2007) aos parasitoides *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov, 1912) (Hymenoptera: Eulophidae) e *Diadegma insulare* (Cresson, 1865) (Hymenoptera: Ichneumonidae) por afetar a sobrevivência de adultos expostos ao agrotóxico nas primeiras 24 horas o que impacta indiretamente no parasitismo desses inimigos naturais. Rocha e Carvalho (2004) também classificaram acefato como moderadamente nocivo (classe 3) a *T. pretiosum* em testes laboratoriais. Manzoni *et al.* (2007) classificaram fenitrotiona como nocivo a *T. pretiosum* e *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando os parasitoides entraram em contato com filmes secos do agrotóxico, embora na fase

de ovo-larva tenham obtido inocuidade do produto aos dois parasitoides. Giolo *et al.* (2006) também classificaram o organofosforado fentiona como seletivo a *T. pretiosum* nessa fase imatura do parasitoide, em concordância com os resultados presentes nesse estudo (Tabela 2).

Inseticidas como os testados (Tabela 2) são pertencentes a classe dos neurotóxicos que, por atuarem no sistema nervoso dos insetos, são também tóxicos a espécies não-alvo como os parasitoides de ovos (Carmo *et al.*, 2010b). Embora, segundo Leite *et al.* (1998) as diferenças de seletividade obtidas para as diferentes espécies de parasitoides se devam a espessura da cutícula, que é variável dependendo da espécie de parasitoide, o que impacta na absorção e atuação do agrotóxico. Destaca-se também, a lipofilicidade intrínseca de cada agrotóxico que, por meio da sua formulação, pode possibilitar a maior ou menor penetração do inseticida, de modo que quanto mais lipofílico for o produto maior é a penetração (Bacci *et al.*, 2009).

Os agrotóxicos flubendiamida, diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis*, sal de isopropilamina e lufenuron não diferiram significativamente da testemunha, sendo classificados como inócuos (classe 1) a ambos os parasitoides tanto no bioensaio em pré como em pós-parasitismo (Tabela 3). Embora no bioensaio em pré-parasitismo alguns produtos como, sal de isopropilamina e Lufenuron tenham causado redução no parasitismo das duas espécies, sendo 11,84 e 11,47%, respectivamente, para *T. podisi* e 17,92 e 19,81%, respectivamente, para *T. basalis*, essa redução não interferiu na classificação dos agrotóxicos como inócuos aos dois parasitoides.

O grupo químico das flubendiamidas é tido como de baixa persistência no substrato em que é aplicada, sendo seletiva a espécies benéficas, segundo Sattar *et al.* (2011) que classificaram esse ingrediente ativo como seletivo (classe 1) a *Trichogramma chilonis* Ishii, 1941 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) após o contato do parasitoide com o produto. Fernández *et al.* (2015) também classificaram flubendiamida como inócuo a *Eretmocerus mundus* Mercet, 1931 (Hymenoptera: Aphelinidae), não observando mortalidade de adultos

que interferisse no parasitismo em comparação com o controle. Não existem trabalhos que exponham a seletividade de flubendiamida na fase imatura de parasitoides de ovos, no entanto, sendo uma fase pouco suscetível a ação desse agrotóxico, nossos resultados contribuem para que esse ingrediente ativo seja priorizado, tendo em vista no Manejo Integrado de Pragas da cultura da soja.

Tabela 3 - Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de agrotóxicos registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016

Tratamento	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basal</i>		
	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}			($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}		
Bioensaio III pré-parasitismo						
Flubendiamida	21,38±1,48 ^{NS}	0,0	1	12,88±1,13 ^{NS}	2,83	1
Diflubenzuron	22,13±0,88	0,0	1	15,75±1,32	0,0	1
<i>Bacillus thuringiensis</i>	22,38±1,16	0,0	1	15,00±1,09	0,0	1
Sal de isopropilamina	18,75±2,71	11,84	1	10,88±2,14	17,92	1
Lufenuron	17,38±1,86	11,47	1	10,63±1,41	19,81	1
Testemunha	19,63±1,48	-	-	13,25±1,92	-	-
Bioensaio IV pós-parasitismo						
Flubendiamida	9,13±1,81 ^{NS}	0,0	1	9,51±1,28 ^{NS}	0,0	1
Diflubenzuron	12,50±1,59	0,0	1	9,63±0,89	0,0	1
<i>Bacillus thuringiensis</i>	12,52±2,59	0,0	1	11,00±1,63	0,0	1
Sal de isopropilamina	14,00±1,07	0,0	1	12,75±1,19	0,0	1
Lufenuron	12,00±1,66	0,0	1	9,75±1,58	0,0	1
Testemunha	13,54±1,16	-	-	10,13±2,02	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento (p=0,2529 e p=0,9471 para *T. podisi* em pré e pós-parasitismo; p=0,1327 e p=0,8497 para *T. basal* em pré e pós-parasitismo, respectivamente); ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). NS: não significância pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância

Lufenuron foi classificado como levemente nocivo (classe 2) a *T. pretiosum* por Stefanello *et al.* (2008), obtendo 48% de redução no parasitismo do parasitoide, embora destaca-se que os testes realizados foram com a máxima exposição do inseto ao filme de agrotóxico aplicado e que existe uma desproporção de tamanho entre essa espécie e as espécies do presente trabalho, sendo *T. pretiosum* muito menor e mais sensível aos agrotóxicos. Pratissoli *et al.* (2004) também classificaram lufenuron como prejudicial ao parasitismo de *T. pretiosum*, embora das 3 dosagens do ingrediente ativo testadas apenas 17,0 g.i.a tenha diferido estatisticamente da testemunha.

Contudo, Vianna *et al.* (2009) obtiveram classificação de lufenuron como seletivo a *T. pretiosum*, o mesmo não diferindo do controle em testes de máxima exposição de adultos do parasitoide e na mesma concentração do presente estudo, o que mostra a necessidade de mais estudos a respeito da seletividade deste produto a parasitoides de ovos, uma vez que em nossos resultados o produto mostrou-se seletivo as espécies de parasitoides em estudo.

Cabe destacar que Lufenuron e Diflubenzuron são inseticidas que atuam como reguladores do crescimento dos insetos, ou mais especificamente na síntese de quitina dos mesmos, sendo que a necessidade de serem ingeridos para terem efeito lhes confere seletividade para espécies benéficas como os parasitoides de ovos (GRAFF, 1993).

Bacillus thuringiensis é uma bactéria com capacidade de atuar como entomopatogênica, sendo também um agente de controle biológico, a exemplo de parasitoides de ovos, no entanto, necessita de estudos para a verificação do seu enquadramento enquanto agente inseticida (BRUNNER *et al.*, 2001). Trabalhos testando produtos à base de *Bt* não encontraram efeitos prejudiciais ao parasitismo de *T. remus* após serem submetidos ao contato com massa de ovos previamente tratadas com os agrotóxicos (BUENO *et al.*, 2010; CARNEIRO *et al.*, 2010; ALENCAR *et al.*, 2011). Na fase imatura de *T. pretiosum*, Carvalho

et al. (2001) também não encontraram efeito tóxico de *B. thuringiensis* em nenhuma das fases imaturas de duas linhagens do parasitoide, estando de acordo com nossos resultados.

Sal de isopropilamina como ingrediente ativo de dessecantes foi classificado como não seletivo a *T. pretiosum* por Manzoni et al. (2007) a adultos que foram colocados em contato com um filme seco do agrotóxico, embora se saliente que a alta exposição, nesse caso, foi determinante para os resultados obtidos, muito embora não tenham observado efeito prejudicial à fase imatura do parasitoide. A fase imatura de *T. pretiosum* também não foi afetada pelo agrotóxico segundo Giolo et al. (2006), demonstrando que embora existam relatos de efeitos prejudiciais desse produto, aparentemente não afeta o parasitismo de *T. podisi* e *T. basalis* tanto na fase adulta como na fase de ovo-larva dos parasitoides.

Os fungicidas azoxistrobina + flutriafol, trifloxistrobina + protioconazol, pyraclostrobina + metconazol e trifloxistrobina + ciproconazol foram inócuos (classe 1) a *T. podisi*. Para *T. basalis*, exceto pyraclostrobina + metconazol que diferiu estatisticamente da testemunha, sendo classificado como levemente nocivo (classe 2) por reduzir 77,36% o parasitismo, os demais fungicidas também foram inócuos a *T. basalis* em pré-parasitismo (Tabela 4). Em pós-parasitismo todos os fungicidas foram seletivos (classe 1) tanto para *T. podisi* como para *T. basalis*. O herbicida dessecante glufosinato sal de amônio foi seletivo aos dois parasitoides tanto em pré como em pós-parasitismo (Tabela 4).

A inocuidade de azoxistrobina a fase imatura de *T. remus* foi demonstrada por Carmo et al. (2009), os quais também classificaram o ingrediente ativo flutriafol como inócuo àquele parasitoide, embora neste trabalho esses dois ingredientes estão combinados na formulação do fungicida, o produto se mostrou seletivo tanto em pré como em pós-parasitismo aos parasitoides aqui estudados. Carmo et al. (2010a) classificaram os mesmos ingredientes como seletivos a fase adulta de *T. remus*, fase em que, segundo Hassan (1998) o parasitoide está mais suscetível a contaminação com agrotóxicos aplicados na cultura.

Em testes com adultos de *T. pretiosum*, fase mais sensível aos agrotóxicos, Magano *et al.* (2015) classificaram trifloxistrobina+protioconazol como levemente nocivo (classe 2), embora se saliente que os testes foram realizados na máxima exposição em gaiolas de contato o que pode explicar a diferença dos nossos resultados. Os mesmos autores também classificaram o ingrediente ativo pyraclostrobina+metconazol como moderadamente nocivo (classe 3) o que, a despeito da exposição máxima ao agrotóxico, confirma o efeito prejudicial desse fungicida a algumas espécies de parasitoides.

Tabela 4 - Redução do parasitismo em aplicação pré e pós-parasitismo e classificação de fungicidas e herbicidas registrados para a cultura da soja a *Telenomus podisi* e *Trissolcus basal* (temperatura: 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas). Capão do Leão, 2016

Produto	<i>Telenomus podisi</i>			<i>Trissolcus basal</i>		
	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}	Ovos parasitados	RP ^{2/}	C ^{3/}
	($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}			($\bar{x} \pm EP$) ^{1/}		
Bioensaio V pré-parasitismo						
Azoxistrobina+flutriafol	19,88±0,77 ^{NS}	0,0	1	12,25±2,23 a	7,55	1
Glufosinato sal de amônio	18,25±1,53	3,95	1	11,88±1,99 a	10,38	1
Trifloxistrobina+proticonazol	19,88±2,37	0,0	1	13,38±1,50 a	0,0	1
Pyraclostrobina+metconazol	18,25±1,69	3,97	1	3,01±1,51 b	77,36	2
Trifloxistrobina+ciproconazol	17,50±2,92	7,89	1	15,00±1,20 a	0,0	1
Testemunha	19,00±0,65	-	-	13,25±1,92 a	-	-
Bioensaio VI pós-parasitismo						
Azoxistrobina+flutriafol	11,75±3,80 ^{NS}	0,0	1	10,25±1,97 ^{NS}	3,55	1
Glufosinato sal de amônio	10,38±3,86	4,61	1	14,03±2,75	0,0	1
Trifloxistrobina+proticonazol	12,63±3,68	0,0	1	12,38±1,27	0,0	1
Pyraclostrobina+metconazol	12,25±3,05	0,0	1	9,38±1,50	17,51	1
Trifloxistrobina+ciproconazol	15,25±2,86	0,0	1	11,38±1,27	0,0	1
Testemunha	11,38±3,17	-	-	12,26±0,56	-	-

^{1/} Média de ovos parasitados por fêmea em cada tratamento (p=0,8941 e p=0,2875 para *T. podisi* em pré e pós-parasitismo; p=0,0003 e p=0,2717 para *T. basal* em pré e pós-parasitismo, respectivamente), médias seguidas pela mesma letra não diferiram pelo teste de Tukey (0,05); ^{2/} Redução do parasitismo em comparação com a testemunha; ^{3/} Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). NS: não significância pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância

Pazini *et al.* (2016) avaliando a seletividade de fungicidas que combinam os grupos químicos tais como trifloxistrobina, ciproconazole e azoxistrobina a fase adulta de *T. podisi* não encontraram redução significativa no parasitismo, embora, a exemplo dos resultados encontrados por Magano *et al.* (2015), obtiveram redução significativa no parasitismo de *T. pretiosum*. A fase imatura de *T. pretiosum* demonstrou-se menos sensível a azoxistrobina e a combinação de azoxistrobina + ciproconazole sendo inócuas a fase de ovo-larva, porém a combinação tebuconazole +trifloxystrobina foi nociva (classe 4) na fase de ovo e levemente nociva (classe 2) na fase de larva (BUENO *et al.*, 2008).

Glufosinato sal de amônio mostrou-se tóxico a adultos de *T. pretiosum* e *T.atopovirilia* quando em alta exposição ao filme seco do agrotóxico, embora não tenha afetado *T. pretiosum* na fase de ovo-larva (MANZONI *et al.*, 2007). Com efeito, a fase de ovo-larva de *T. pretiosum* parece menos sensível a esse ingrediente ativo, como confirmado por Stefanello *et al.* (2008) e Giolo *et al.* (2007), ambos testando o produto a *T.atopovirilia*.

Embora os presentes resultados contribuam para um maior conhecimento da seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja nas fases imaturas de parasitoides de ovos de percevejos fitófagos, eles não excluem a necessidade de mais trabalhos relacionando a seletividade de agrotóxicos em testes de semi-campo preconizados pela IOBC.

3.4 CONCLUSÕES

1. Os ingredientes ativos imidacloprido + beta-ciflutrina, deltametrina, lambda-cialotrina + tiametoxam, acefato e fenitrothion são classificados como levemente nocivos (classe 2) a *T. podisi*. Imidacloprido + beta-ciflutrina, deltametrina, lambda-cialotrina + tiametoxame fenitrothion são moderadamente nocivos (classe 3) a *T. basalis*, sendo acefato levemente nocivo (classe 2) nos bioensaios de pré-parasitismo. Porém todos os supracitados são

inócuos (classe 1) em ensaios de pós-parasitismo com os dois parasitoides. Flubendiamida, Diflubenzuron, *Bacillus thuringiensis*, sal de isopropilamina e Lufenuron são inócuos em pré e pós-parasitismo a ambos os parasitoides. Azoxistrobina + flutriafol, trifloxistrobina + protioconazol, glufosinato sal de amônio, pyraclostrobina + metconazol e trifloxistrobina + ciproconazol são inócuos a *T. podisi* em pré e pós-parasitismo;

2. Azoxistrobina + flutriafol, trifloxistrobina + protioconazol, glufosinato sal de amônio, pyraclostrobina + metconazol e trifloxistrobina + ciproconazol são inócuos a *T. basalis* (classe 1) em pós-parasitismo, em pré-parasitismo todos os supracitados foram inócuos, com exceção de pyraclostrobina + metconazol que é classificado como levemente nocivo (classe 2) a *T. basalis*.

3.5 REFERÊNCIAS

AGROFIT Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 21 jan. 2016.

ALENCAR, J. R. D. C. C. *et al.* Seletividade de *Bacillus thuringiensis* para *Telenomus remus* no manejo de *Spodoptera frugiperda*. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 552-558, 2011.

BACCI, L. *et al.* Physiological selectivity of insecticides to wasps (Hymenoptera: Vespidae) preying on the diamondback moth. **Sociobiology**, v. 53, n. 1, p. 151-167, 2009.

BAYRAM, A. *et al.* Sub-lethal effects of two pyrethroids on biological parameters and behavioral responses to host cues in the egg parasitoid *Telenomus busseolae*. **Biological Control**, v. 53, n. 1, p. 153-160, 2010.

BRUNNER, J. F. *et al.* Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri*, potential parasitoids of leafrollers in Washington. **Journal of Economic Entomology**, v. 94, n. 1, p. 1075-1084, 2001.

- 386 BUENO, A. F. *et al.* Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid
 387 *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1495-1593, 2008.
- 388 BUENO, R. C. O. F. *et al.* Parasitism capacity of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera:
 389 Scelionidae) on *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs. **Brazilian**
 390 **Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 1, p. 133-139, 2010.
- 391 BUENO, A. F. *et al.* Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.
 392 *et al.* (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes praga**. Brasília:
 393 Embrapa, 2012. p.493-630.
- 394 CARMO, E. L. do *et al.* Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao
 395 parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 1-8, 2009.
- 396 CARMO, E. L. do *et al.* Pesticide selectivity for the insect egg parasitoid *Telenomus remus*.
 397 **BioControl**, v. 55, n. 1, p. 455-464, 2010a.
- 398 CARMO, E. L. do *et al.* Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja
 399 para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).
 400 **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010b.
- 401 CARNEIRO, T. R. *et al.* Functional response of *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera,
 402 Scelionidae) to *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) eggs: effect of
 403 female age. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, n. 1, p. 692-696, 2010.
- 404 CARVALHO, G. A. *et al.* Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens
 405 de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e**
 406 **Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 583-591, 2001.
- 407 CARVALHO, G. A. *et al.* Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do
 408 tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879

- 409 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F1 e F2. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27,
410 n. 2, p. 261-270, 2003.
- 411 CASTILHOS, R. V. *et al.* Seletividade de agrotóxicos utilizados em pessegueiro sobre ovos e
412 pupas do predador *Chrysoperla externa*. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1921-1928, 2014.
- 413 CORDERO, R. J. *et al.* Susceptibility of two diamondback moth parasitoids, *Diadegma*
414 *insulare* (Cresson) (Hymenoptera; Ichneumonidae) and *Oomyzus sokolowskii* (Kurdjumov)
415 (Hymenoptera; Eulophidae), to selected commercial insecticides. **Biological Control**, v. 42,
416 n. 1, p. 48-54, 2007.
- 417 FERNÁNDEZ, M. M. *et al.* Are mummies and adults of *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera:
418 Aphelinidae) compatible with modern insecticides? **Journal Economic of Entomology**, v.
419 108, n. 1, p. 2268-2277, 2015.
- 420 FREITAS, R. M. F. de *et al.* Fluxapyroxad in the asian soybean rust control in the cerrado
421 biome. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 619-628, 2016.
- 422 GIOLO, F. P. *et al.* Toxicidade de agrotóxicos utilizados na cultura do pessegueiro sobre o
423 parasitóide de ovos *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera:
424 Trichogrammatidae). **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 308-314, 2007.
- 425 GRAFF, J. F. The role of insect growth regulators in arthropod control. **Parasitology Today**,
426 v. 9, n. 12, p. 471-474, 1993.
- 427 HASSAN, S. A. *et al.* A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection
428 products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI,
429 M. P. *et al.* **Guidelines to evaluate side-effects of plantprotection products to non-target**
430 **arthropods**. IOBC/WPRS, 2000. p.107-119.

- 431 HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection products on
432 *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v.
433 21, n. 6, p. 119-128, 1998.
- 434 LEITE, G. L. D. *et al.* Selectivity of insecticides with and without mineral oil to *Brachygastra*
435 *lecheguana* (Hymenoptera: Vespidae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera:
436 Gelechiidae). **Ceiba**, v. 39, n. 1, p. 191-194, 1998.
- 437 MAGANO, D. A. *et al.* Evaluating the selectivity of registered fungicides for soybean against
438 *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **African Jornal**
439 **of Agricultural Research**, v. 10, n. 40, p. 3825-3831, 2015.
- 440 MANZONI, C. G. *et al.* Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de
441 maçã aos parasitóides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman
442 & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2007.
- 443 MORAIS, M. R. de *et al.* Impact of five insecticides used to control citrus pests on the
444 parasitoid *Ageniaspis citricola* Longvinovskaya (Hymenoptera: Encyrtidae). **Ecotoxicology**,
445 v. 1, n. 1, p. 1-10, 2016.
- 446 MOURA, A. P.; ROCHA, L. C. D. Seletivos e eficientes. **Cultivar Hortalças e Frutas**, v. 6,
447 n. 36, p. 6-8, 2006.
- 448 OLIVEIRA, H. N. de *et al.* Selectivity of inseticides used in the sugar-cane on adults of
449 *Trichogramma galloi* Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioscience Journal**, v. 29,
450 n. 5, p. 1267-1274, 2013.
- 451 PACHECO, D. J. P.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. Parasitismo de *Telenomus podisi* Ashmead
452 (Hymenoptera: Scelionidae) em populações de percevejos pragas da soja. **Anais da**
453 **Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 295-302, 2000.

- 454 PAZINI, J. de B. *et al.* Selectivity of pesticides used in rice crop on *Telenomus podisi* and
455 *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 327-335, 2016.
- 456 PRATISSOLI, D. *et al.* Ação transovariana de lufenuron (50 g/l) sobre adultos de *Spodoptera*
457 *frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu efeito sobre o parasitóide de ovos
458 *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e**
459 **Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 9-14, 2004.
- 460 PROQUE, A. L. *et al.* Interações de Estados Unidos e Brasil no mercado mundial de soja em
461 grão: uma análise dinâmica baseada nas trajetórias estocásticas das exportações.
462 **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 16, n. 4, p. 518-531, 2014.
- 463 ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A. Adaptação da metodologia padrão da IOBC para
464 estudos de seletividade com *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:
465 Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 23, n. 3,
466 p. 315-320, 2004.
- 467 SABER, M. *et al.* Lethal and sublethal effects of fenitrothion and deltamethrin residues on the
468 egg parasitoid *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae). **Journal of Economic**
469 **Entomology**, v. 98, n. 1, p. 35-40, 2005.
- 470 SATTAR, S. *et al.* Toxicity of some new insecticides against *Trichogramma chilonis*
471 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and extended laboratory conditions.
472 **Pakistan Journal Zoology**, v. 43, n. 1, p. 1117-1125, 2011.
- 473 SHEA, K. *et al.* The effect of egg limitation on stability in insect host-parasitoid population
474 models. **Journal of Animal Ecology**, v. 65, n. 6, p. 743-755, 1996.
- 475 SILVA, A. F. *et al.* Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento
476 da soja. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 75-84, 2009.

- 477 SMANIOTTO, L. F. *et al.* Seletividade de produtos alternativos a *Telenomus podisi* Ashmead
478 (Hymenoptera: Scelionidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, p. 3295-3306, 2013.
- 479 SOSA-GÓMEZ, D. R. *et al.* **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da**
480 **cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 66p.
- 481 SOSA-GÓMEZ, D. R.; SILVA, J. J. da. Neotropical brown stink bug (*Euschistus heros*)
482 resistance to methamidophos in Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n.
483 7, p. 767-769, 2010.
- 484 SOUZA, J. R. *et al.* Toxicity of some insecticides used in maize crop on *Trichogramma*
485 *pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) immature stages. **Chilean Journal of**
486 **Agricultural Research**, v. 74, n. 2, p. 234-239, 2014.
- 487 STEFANELLO, G. J. *et al.* Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a
488 capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera:
489 Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 75, n. 2, p. 187-194, 2008.
- 490 VIANNA, U. R. *et al.* Insecticide toxicity to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera:
491 Trichogrammatidae) females and effect on descendant generation. **Ecotoxicology**, v. 18, n. 1,
492 p. 180-186, 2009.
- 493 VOLKOFF, N.; COLAZZA, S. Growth patterns of teratocytes in the immature stages of
494 *Trissolcus basalis* (Woll.) (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of *Nezara viridula*
495 (L.) (Heteroptera: Pentatomidae). **International Journal of Insect Morphology &**
496 **Embryology**, v. 21, p. 323-336, 1992.

4 Conclusões gerais

Nossos resultados mostram que os agrotóxicos testados e registrados para a cultura da soja, nas devidas concentrações e condições dos bioensaios, permitem concluir que:

Bioensaios de seletividade com adultos de *T. podisi* e *T. basalis*:

- Tanto *T. podisi* como *T. basalis* são sensíveis aos inseticidas neurotóxicos testados, de tal forma que, Connect[®], Decis 25 EC[®], Engeo Pleno[®], Orthene 750 BR[®] e Sumithion 500 EC[®] são nocivos aos dois parasitoides em teste (classe 4).

-Os inseticidas reguladores de crescimento dos insetos Dimilin 80 WG[®] e Match EC[®], o inseticida pertencente ao grupo das diamidas Belt[®], o inseticida biológico Dipel PM[®] e os herbicidas dessecantes Finale[®] e Glifosato Atanor[®] são inócuos aos dois parasitoides nessa fase (classe 1).

-Os fungicidas Authority[®], Fox[®], Opera[®] Ultra e Sphere Max[®] são inócuos a *T. podisi* (classe 1), mas levemente nocivos a *T. basalis* (classe 2).

Bioensaios de seletividade em pré-parasitismo a *T. podisi* e *T. basalis*:

- Para *T. podisi* os inseticidas Connect[®], Decis 25 EC[®], Engeo Pleno[®], Orthene 750 BR[®] e Sumithion 500 EC[®] são levemente nocivos (classe 2), enquanto Connect[®], Decis 25 EC[®], Engeo Pleno[®] e Sumithion 500 EC[®] são moderadamente nocivos a *T. basalis* (classe 3), sendo Orthene 750 BR[®] levemente nocivo (classe 2) a esta espécie.

- Os inseticidas Dimilin 80 WG[®], Match EC[®], Belt[®], Dipel PM[®], os fungicidas Authority[®], Fox[®], Opera[®]Ultra e Sphere Max[®] e os herbicidas Finale[®] e Glifosato Atanor[®] foram inócuos a ambos os parasitoides (classe 1), exceto Opera[®]Ultra que foi levemente nocivo para *T. basalis* (classe 2).

Bioensaios de seletividade em pós-parasitismo a *T. podisi* e *T. basalis*:

- Em bioensaios em pós-parasitismo todos os agrotóxicos testados foram inócuos tanto para *T. podisi* quanto para *T. basalis* (classe 1).

Referências

ALMEIDA, M. O.; MATOS, C. C.; SILVA, D. V.; BRAGA, R. R.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B. dos. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Revista Ceres**, v. 62, n. 6, p. 507-513, 2015.

BUENO, A. F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. F. Inimigos naturais das pragas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 493-629.

CARMO, E. L.; BUENO, A. F.; BUENO, C. O de F.; VIEIRA, S. S.; GOBBI, A. L.; VASCO, F. R. Seletividade de diferentes agrotóxicos usados na cultura da soja ao parasitoide de ovos *Telenomus remus*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2293-2300, 2009.

CARMO, E. L.; BUENO, A. de F.; BUENO, C. O de F.; VIEIRA, S. S.; GOULART, M. M. P.; CARNEIRO, T. R. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.

CARVALHO, M. M.; BUENO, R. C. O. de F.; CARVALHO, L. C.; FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. Potencial do controle biológico para o controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 7, p. 2049-2063, 2013.

CHEVARRIA, V. V.; DEL PONTE, E. M.; JAHNKE, S. M. Número de gerações de um percevejo e seu parasitoide e da severidade da ferrugem asiática em soja, simulados em cenários de clima e manejo no norte do RS. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 571-578, 2013.

CONTE, O.; OLIVEIRA, F. T.; HARGER, N.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. **Resultados do manejo integrado de pragas da soja na safra 2013/14 no Paraná**: Documentos Embrapa. Londrina: Embrapa, 2014. 57 p.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. **Geo Textos**, v. 11, n. 1, p. 217-238, 2015.

FAGUNDES, M. B. B.; DIAS, D. T.; PEREIRA, M. W. G.; FIGUEIREDO NETO, M. F.; FRAINER, D. M. Impactos da produção de soja na economia de Mato Grosso do Sul. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 4, p. 111-122, 2014.

FERREIRA, F. de F.; NEUMANN, P. S.; HOFFMANN, R. Análise da matriz energética e econômica das culturas de arroz, soja e trigo em sistemas de produção tecnificados no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 1-6, 2013.

GODOY, K. B.; GALLI, J. C.; ÁVILA, C. J. Parasitismo em ovos de percevejos da soja *Euschistus heros* (Fabricius) e *Piezodorus guildinii* (Westwood) (Hemiptera: Pentatomidae) em São Gabriel do Oeste, MS. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 455-458, 2005.

GOLIN, V. **Incidência natural, biologia, seletividade e efeito de liberações inoculativas de parasitoides de ovos (Hymenoptera: Platygasteridae) no controle de *Euschistus heros* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae) no Mato Grosso**. 2014. 107f. Tese (Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zoologia da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas, área de concentração Zoologia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

GONZÁLEZ, J. O. W.; LAUMANN, R. A.; SILVEIRA, S. da; MORAES, M. C. B.; BORGES, M.; FERRERO, A. A. Lethal and sublethal effects of four essential oils on the egg parasitoids *Trissolcus basalis*. **Chemosphere**, v. 92, n. 1, p. 608-615, 2013.

HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 21, n. 6, p. 119-128, 1998.

KOGAN, M. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, n. 1, p. 243-270, 1998.

KRINSKI, D.; GODOY, A. F. First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on *Plectranthus neochilus* (Lamiales: Lamiaceae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 98, n. 4, p. 1238-1244, 2015.

MAGANO, D. A.; GRÜTZMACHER, A. D.; DE ARMAS, F. S.; PAULUS, L. F.; PANOZZO, L. E.; MENTNECH, K. J.; ZOTTI, M. J. Evaluating the selectivity of registered fungicides for soybean against *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 40, p. 3825-3831, 2015.

MAGANO, D. A.; KROLOW, I. R. C.; GRUTZMACHER, A. D.; PANOZZO, L. E.; ARMAS, F. S.; ZIMMER, M. Efeitos secundários de herbicidas aplicados em soja sobre *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 19, p. 49-56, 2013.

MAGANO, D. A. **Toxicidade de agrotóxicos registrados para a cultura da soja sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2012. 126f. Dissertação (Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade). Universidade Federal de Pelotas: Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2012.

NAKAMA, P. A.; FOERSTER, L. A. Efeito da alternância de temperaturas no desenvolvimento e emergência de *Trissolcus basalís* (Wollaston) e *Telenomus podisi* Ashmead (Hymenoptera: Scelionidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 269-275, 2001.

OLIVEIRA, N. C.; WILCKEN, C. F.; MATOS, C. A. O. Ciclo biológico e predação de três espécies de coccinelídeos (Coleoptera: Coccinellidae) sobre o pulgão-gigante-do-pinus *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera, Aphididae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 48, n. 4, p. 529-533, 2004.

PAIVA, A. C. R. de. **Toxicidade e efeito subletal dos principais inseticidas utilizados na cultura da soja para *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2016. 64f. Dissertação (Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2016.

PANIZZI, A. R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species invasive to the U.S. and potential neotropical invaders. **American Entomologist**, v. 61, n. 1, p. 223-233, 2015.

PEREIRA, G. A. M.; LEMOS, V. T.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, M. C.; MENEZES, C. W. G. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 716-722, 2012.

RIFFEL, C. T.; PRANDO, H. F.; BOFF, M. I. C. Primeiro relato de ocorrência de *Telenomus podisi* (Ashmead) e *Trissolcus urichi* (Crawford) (Hymenoptera: Scelionidae) como parasitoides de ovos do percevejo-do-colmo-do-arroz, *Tibraca limbativentris* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), em Santa Catarina. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 3, p. 447-448, 2010.

ROCHA, A. J. da S.; MÜHL, F. R.; RITTER, A. F. S.; MOREIRA, A.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A.; BALBINOT, M. Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja na safra 2014/2015. **Revista Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 1-15, 2016.

SILVA, A. B. da; BRITO, J. M. de. Controle biológico de insetos-pragas e suas perspectivas para o futuro. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 248-258. 2015.

SILVA FILHO, L. A. da; SANTOS, F. V. D. dos; LIMA, M. M. F. Dinâmica do mercado de trabalho no cultivo de soja no Brasil. **Latin American Journal Of Business Management**, v. 5, n. 2, p. 65-94, 2014.

SILVA, V. P. da; PEREIRA, M. J. B.; VIVAN, L. M.; BLASSIOLI-MORAES, M. C.; LAUMAN, R. A.; BORGES, M. Monitoramento do percevejo marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae) por feromônio sexual em lavoura de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 844-852, 2014.

SOUZA, V. Q. de; BELLÉ, R.; FERRARI, M.; PELEGRIN, A. J. de; CARON, B. O.; NARDINI, M.; FOLLMANN, D. N.; CARVALHO, I. R. Componentes de rendimento em combinações de fungicidas e inseticidas e análise de trilha em soja. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 167-176, 2015.

TURCHEN, L. M.; GOLIN, V.; FAVETTI, B. M.; BUTNARIU, A. R.; COSTA, V. A. Natural parasitism of *Hexacladia smithii* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae) on *Euschistus heros* (F.) (Hemiptera: Pentatomidae): New record from Mato Grosso State, Brazil. **Agricultural Entomology**, v. 82, n. 1, p. 1-3, 2015.

WIEST, A.; BARRETO, M. R. Evolução dos insetos-praga na cultura da soja no Mato Grosso. **EntomoBrasilis**, v. 5, n. 2, p. 84-87, 2012.