

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade



Tese

**Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do trigo aos predadores
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopsis
connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de
laboratório e semi-campo**

Rafael Antonio Pasini

Pelotas, 2017

RAFAEL ANTONIO PASINI

**Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do trigo aos predadores
Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopis
connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de
laboratório e semi-campo**

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

Orientador: Dr. Anderson Dionei Grützmacher

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

P282s Pasini, Rafael Antonio

Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do trigo aos predadores *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório e semi-campo. / Rafael Antonio Pasini ; Anderson Dionei Grützmacher, orientador. — Pelotas, 2017.

154 f.

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

1. Controle biológico. 2. Inimigos naturais. 3. Controle químico. 4. Persistência. 5. *Triticum aestivum*. I. Grützmacher, Anderson Dionei, orient. II. Título.

CDD : 633.16

Banca Examinadora:

Dr. Anderson Dionei Grützmacher (Orientador)

Dr. Dori Edson Nava

Dr. José Francisco da Silva Martins

Dr. Moisés João Zotti

Dr. Sandro Daniel Nörnberg

“A Deus e toda minha família”
Dedico

Agradecimentos

Ao Dr. Anderson Dionei Grützmacher, Professor Titular do Departamento de Fitossanidade (DFs) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pela orientação, amizade e estímulo profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade (PPGFS) da FAEM-UFPel, pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

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

A toda equipe de pesquisa do “Laboratório de Manejo Integrado de Pragas” (LabMIP) da UFPel, em especial aos bolsistas Matheus Rakes, Flávio Amaral Bueno, Stefânia Nunes Pires, Felipe Freire Friedrich, Rafael da Silva dos Anjos, Laura Giacobbo Rimoli, Harisson Batista, Larissa Longaray; e aos pós-graduandos Deivid Araújo Magano, Isac Heres Lopes, Rodolfo Vargas Castilhos, Juliano de Bastos Pazini, Aline Costa Padilha, Franciele Silva de Armas, Ciro Pedro Guidotti Pinto e Ronaldo Zantedeschi pelo valioso auxílio prestado na condução dos trabalhos, pela amizade sem igual, e por todos os momentos alegres que passamos dentro e fora do laboratório ao longo desse período.

Aos meu país Décio Selvino Pasini e minha mãe Claudete Maria Tonin Pasini, que sempre torcem e auxiliam no possível em minha construção pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Glauber Ricardo Pasini e Marcos Venicus Pasini por todos os momentos bons e alegres que passamos juntos.

A minha namorada e companheira Elitiele Ortiz dos Santos por ao longo desses quatro anos ter me dado todo o amor possível, me incentivado e por tornar minha vida mais feliz a cada dia.

Aos amigos Daniel Spagnol, Juliano Ramires Bagiotto, Rafael Teixeira, Railson Schreinert do Santos e Willian Sodré Leal pelo companheirismo sem igual.

A todos aqueles que contribuíram para o êxito deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

Resumo

PASINI, Rafael Antonio. 2017. **Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do trigo aos predadores *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) em condições de laboratório e semi-campo.** 154 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

A cultura do trigo apresenta grande importância na alimentação humana e animal. Para que grandes produtividades sejam obtidas, faz-se necessário o controle de insetos, doenças e plantas daninhas. O controle químico é a principal medida utilizada pelos agricultores para o manejo dessas pragas. No entanto, esses agrotóxicos podem afetar de forma negativa os inimigos naturais presentes nesse cultivo. *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa* são dois predadores vorazes encontrados com frequência, predando insetos-praga presentes na cultura do trigo. Para que o controle químico e o controle biológico possam ser associados de forma harmoniosa nas lavouras de trigo é necessário que os produtos químicos utilizados sejam seletivos aos insetos benéficos. Nesse sentido, estudos de seletividade a inimigos naturais podem gerar uma grande quantidade de informações importantes para que a associação desses dois métodos de controle possa ser viabilizada, e com o mínimo impacto ao meio ambiente. Objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do trigo aos predadores *C. externa* e *E. connexa*, utilizando como base a metodologia da “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants” (IOBC), através de bioensaios em laboratório sobre larvas, ovos, pupas e adultos, além de testes de persistência biológica em casa-de-vegetação sobre larvas e adultos. O inseticida diflubenzuron SC foi o único inseticida considerado levemente nocivo as larvas de *E. connexa*. Os inseticidas inibidores da biossíntese de quitina diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron e triflumuron apresentaram reduzida mortalidade aos adultos de *C. externa* e *E. connexa*. Para os ovos dos predadores, o inseticida etofenproxi foi classificado como levemente nocivo a *C. externa*, sendo que imidacloprido+beta-ciflutrina, diflubenzuron WP, tiametoxam+lambdacialotrina A e B, gama-cialotrina e etofenproxi apresentaram a mesma classificação para *E. connexa*, tendo ainda metomil sendo classificado como moderadamente nocivo aos ovos do predador. Imidacloprido+beta-ciflutrina foi considerado como levemente nocivo as pupas de *C. externa* enquanto imidacloprido+beta-ciflutrina, tiametoxam+lambdacialotrina A e B e lufenuron apresentaram efeito total superior a 30% e foram classificados como levemente nocivos as pupas do predador *E. connexa*. Quanto a persistência, com exceção de tiametoxam+lambdacialotrina que

foi moderadamente persistente, gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil e tiametoxam foram persistentes as larvas de *C. externa* e *E. connexa*. Gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil foram persistentes a *C. externa* e imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil aos adultos de *E. connexa*. Tiametoxam foi considerado moderadamente persistente a *C. externa* e gama-cialotrina, tiametoxam e tiametoxam+lambd-cialotrina a *E. connexa*. O inseticida tiametoxam+lambd-cialotrina foi levemente persistente aos adultos de *C. externa*. O herbicida glufosinato de amônio foi classificado como moderadamente nocivo a fase larval de ambos os predadores. Quase todos os herbicidas foram classificados como inócuos aos ovos dos dois predadores, com exceção de metsulfuron-metil que foi classificado como levemente nocivo aos ovos de *E. connexa*. O herbicida 2,4-D amina foi classificado como levemente nocivo a pupas de *C. externa* e pirimidinadiona apresentou a mesma classificação a pupas de *E. connexa*. Os fungicidas piraclostrobina+epoxiconazole B e picoxistrobina+ciproconazole são nocivos as larvas de *C. externa*. Piraclostrobina+epoxiconazole A foi levemente nocivo a fase de ovo, e propiconazol foi levemente nocivo a fase de pupa de *C. externa*. O fungicida piraclostrobina+epoxiconazole A foi considerado nocivo as larvas de *E. connexa*. Piraclostrobina+epoxiconazole A e tebuconazole A foram levemente nocivos a fase de ovo, e piraclostrobina+epoxiconazole A e propiconazol foram levemente nocivos a fase de pupa do coccinelídeo.

Palavras-chave: controle biológico, inimigos naturais, controle químico, persistência, *Triticum aestivum*.

Abstract

PASINI, Rafael Antonio. 2017. **Side effects of pesticides used in wheat crop for the predators the *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) in laboratory and semi-field conditions.** 154 f. Thesis (Doctor degree) – Post Graduation Program in Phytosanitary. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

The wheat crop has great importance in the human and animal nutrition. In order to obtain large yields, it is necessary the control of insects, diseases and weeds. The chemical control through the use of pesticides is the main measure used by farmers to manage these pests. However, these pesticides can negatively affect the natural enemies present in this crop. *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa* are two very voracious predators and are found often preying on aphids present in wheat crop. In order for chemical control and biological control to be harmoniously associated in the wheat crop, it is necessary that the chemicals used must be selective for beneficial insects. So, studies of selectivity to natural enemies can generate a large amount of important data for the association of these two control methods can be made feasible, with minimal impact to the environment. The objective of this work was to evaluate the selectivity of agrochemicals used in the wheat crop to the predators *C. externa* and *E. connexa*, based on the methodology of the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC) Through laboratory bioassays on larvae, eggs, pupae and adults, in addition to tests of biological persistence in greenhouse conditions on larvae and adults. The insecticide diflubenzuron SC was the only insecticide considered to be slightly harmful to *E. connexa* larvae. The chitin biosynthesis inhibitors diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron and triflumuron showed reduced mortality on adults of *C. externa* and *E. connexa*. For the eggs of the predators, the insecticide etofenproxi was classified as slightly harmful to *C. externa*, and imidacloprid+beta-cyfluthrin, diflubenzuron WP, thiamethoxam+lambda-cyhalothrin A and B, gamma-cyhalothrin and etofenproxi showed the same classification for *E. connexa*, being methomyl classified as moderately harmful to the predator eggs. Imidacloprid+beta-cyfluthrin was considered as slightly harmful the pupae of *C. externa* while imidacloprid+beta-cyfluthrin, thiamethoxam+lambda-cyhalothrin A and B and lufenuron had a total effect superior to 30% and were classified as slightly harmful to the pupae of the predator *E. connexa*. Regarding the insecticide persistence, with the exception of thiamethoxam+lambda-cyhalothrin that was moderately persistent, gamma-cyhalothrin, imidacloprid+beta-cyfluthrin, methomyl and thiamethoxam were persistent to *C. externa* and *E. connexa* larvae. Gamma-cyhalothrin,

imidacloprid+beta-cyfluthrin and methomyl were persistent to *C. externa* and imidacloprid+beta-cyfluthrin and methomyl to adults of *E. connexa*. Thiamethoxam was considered moderately persistent to *C. externa* and gamma-cyhalothrin, thiamethoxam and thiamethoxam+lambda-cyhalothrin to *E. connexa*. The insecticide thiamethoxam+lambda-cyhalothrin was slightly persistent to *C. externa* adults. The herbicide ammonium glufosinate was classified as moderately harmful to the larval phase of both predators. Almost all herbicides were classified as innocuous to the eggs of both predators, with the exception of metsulfuron-methyl which was classified as slightly deleterious to *E. connexa* eggs. The herbicide 2,4-D amine was classified as slightly harmful to pupae of *C. externa* and pyrimidinedione presented the same classification to *E. connexa* pupae. The fungicides pyraclostrobin +epoxiconazole B and picoxystrobin+ciproconazole are harmful to *C. externa* larvae. Piraclostrobin+epoxiconazole A was slightly harmful to the egg phase, and propiconazole was slightly harmful to the pupa phase of *C. externa*. The fungicide pyraclostrobin+epoxiconazole A was considered to be harmful to *E. connexa* larvae. Piraclostrobin+epoxiconazole A and tebuconazole A were slightly harmful to the egg phase, and pyraclostrobin+epoxiconazole A and propiconazole were slightly harmful to the pupal phase of the coccinellidae.

Key-words: biological control, natural enemies, chemical control, persistence, integrated pest management, *Triticum aestivum*.

Lista de Tabelas

Artigo 01

- Tabela 1 Inseticidas registrados na cultura do trigo e utilizados nos testes de toxicidade sobre o estágio larval e adulto de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*..... 40
- Tabela 2 Mortalidade larval acumulada (%), fecundidade (número de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* foram expostas ao contato residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 41
- Tabela 3 Mortalidade ($n^0 \pm EP$) acumulada de fêmeas e machos quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 42
- Tabela 4 Mortalidade acumulada e classificação da IOBC quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 43
- Tabela 5 Mortalidade ($n^0 \pm EP$) acumulada de fêmeas e machos quando o estágio adulto de *Eriopsis connexa* foi exposto ao contato residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 44
- Tabela 6 Mortalidade acumulada e classificação da IOBC quando o estágio adulto de *Eriopsis connexa* foi exposto ao contato residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 45

Artigo 02

- Tabela 1 Redução na eclosão de larvas, redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade de inseticidas registrados para a cultura do trigo e aplicados sobre ovos e pupas de *Chrysoperla externa*..... 65
- Tabela 2 Redução na eclosão de larvas, redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade de inseticidas registrados para a cultura do trigo e aplicados sobre ovos e pupas de *Eriopsis connexa*..... 66

Artigo 03

Tabela 1. Números de insetos mortos, classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas registrados para a cultura do trigo a larvas de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i>	88
Tabela 2. Números de insetos mortos, classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas registrados para a cultura do trigo a adultos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i>	89
Tabela 3. Efeito do inseticida tiametoxam+lambdaciatotrina aos 31 dias após a pulverização na fecundidade (ovos/fêmea/dia), fertilidade (% eclosão) e consequente redução no potencial reprodutivo de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i>	92

Artigo 04

Tabela 1. Mortalidade acumulada (%), fecundidade (nº de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de <i>Chrysoperla externa</i> foram expostas ao contato residual com herbicidas registrados na cultura do trigo e que tiveram mais de 50% de sobrevivência.....	111
Tabela 2. Mortalidade acumulada (%), fecundidade (nº de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de <i>Eriopis connexa</i> foram expostas ao contato residual com herbicidas registrados na cultura do trigo e que tiveram mais de 50% de sobrevivência.....	112
Tabela 3. Duração (nº de dias \pm EP) dos ínstaes larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de <i>Chrysoperla externa</i> quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com herbicidas registrados para a cultura do trigo.....	113
Tabela 4. Duração (nº de dias \pm EP) dos ínstaes larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de <i>Eriopis connexa</i> quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com herbicidas registrados para a cultura do trigo.	114
Tabela 5. Redução na eclosão de larvas quando ovos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i> foram pulverizados diretamente com herbicidas registrados na cultura do trigo.....	115
Tabela 6. Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade para pupas de <i>Chrysoperla externa</i> pulverizadas com herbicidas registrados na cultura do trigo.....	116

Tabela 7. Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade para pupas de <i>Eriopsis connexa</i> pulverizadas com herbicidas registrados na cultura do trigo.....	117
---	-----

Artigo 05

Tabela 1. Fungicidas registrados para a cultura do trigo e utilizados nos testes de seletividade sobre <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopsis connexa</i> seguindo a metodologia proposta pela IOBC.....	138
Tabela 2. Mortalidade acumulada (%), fecundidade (nº de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de <i>Chrysoperla externa</i> foram expostas ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.....	139
Tabela 3. Mortalidade acumulada (%), fecundidade (número de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de <i>Eriopsis connexa</i> foram expostas ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.....	140
Tabela 4. Duração (nº de dias \pm EP) dos ínstaes larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de <i>Chrysoperla externa</i> quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.....	141
Tabela 5. Duração (nº de dias \pm EP) dos ínstaes larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de <i>Eriopsis connexa</i> quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.....	142
Tabela 6. Redução na eclosão de larvas (R.E.L.) quando ovos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopsis connexa</i> foram pulverizados diretamente com fungicidas registrados na cultura trigo.....	143
Tabela 7. Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre pupas de <i>Chrysoperla externa</i>	144
Tabela 8. Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre pupas de <i>Eriopsis connexa</i>	145

Lista de Figuras

Artigo 02

- Figura 1. Viabilidade de ovos e pupas de *Chrysoperla externa* pulverizados com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 67
- Figura 2. Viabilidade de ovos e pupas de *Eriopsis connexa* pulverizados com inseticidas registrados para a cultura do trigo..... 68

Artigo 3

- Figura 1. Efeito total de inseticidas sobre larvas de *Chrysoperla externa* (A) e *Eriopsis connexa* (B) aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a pulverização em folhas de feijão de vagem..... 90
- Figura 2. Mortalidade dos inseticidas sobre adultos de *Chrysoperla externa* (A) e *Eriopsis connexa* (B) aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a pulverização em folhas de feijão de vagem..... 91

Artigo 4

- Figura 1. Viabilidade de ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com herbicidas registrados para a cultura do trigo..... 118
- Figura 2. Viabilidade de pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com herbicidas registrados para a cultura do trigo..... 119

Artigo 5

- Figura 1. Viabilidade de ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com fungicidas utilizando a máxima dosagem recomendada para a cultura do trigo..... 146
- Figura 2. Viabilidade de pupal de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com fungicidas utilizando a máxima dosagem recomendada para a cultura do trigo..... 147

Sumário

Introdução Geral.....	16
Artigo 01 - Seletividade de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e adultos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i>	22
Resumo.....	23
Abstract.....	24
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	28
Conclusões.....	35
Referências.....	35
Artigo 02 - Seletividade de inseticidas a ovos e pupas dos predadores <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i> na cultura do trigo	46
Resumo.....	48
Abstract.....	48
Introdução.....	49
Material e Métodos.....	51
Resultados e Discussão.....	53
Agradecimentos.....	60
Referências.....	60
Artigo 03 - Persistência de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e adultos dos predadores <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopis connexa</i> em condições de casa-de-vegetação	69
Resumo.....	71
Abstract.....	71
Introdução.....	72
Material e Métodos.....	74
Resultados e Discussão.....	78
Agradecimentos.....	84
Referências.....	85

Sumário (continuação)

Artigo 04 - Comparativo da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo sobre os predadores <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopsis connexa</i>	93
Resumo.....	94
Abstract.....	94
Introdução.....	95
Material e Métodos.....	97
Resultados e Discussão.....	100
Agradecimentos.....	107
Referências.....	108
Artigo 05 - Seletividade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre os estágios imaturos de <i>Chrysoperla externa</i> e <i>Eriopsis connexa</i>	120
Resumo.....	122
Abstract.....	122
Introdução.....	122
Material e Métodos.....	124
Resultados e Discussão.....	126
Concluíões.....	133
Agradecimentos.....	133
Referências.....	134
Conclusões.....	148
Referências.....	151

Introdução Geral

O trigo (*Triticum aestivum* L.) (Poaceae) é uma das primeiras espécies domesticadas pelo homem e tem sido fundamental na base alimentar da humanidade. No Brasil, o trigo é o cereal de inverno de maior importância, sendo cultivado principalmente nos estados da região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Sua área de abrangência, entretanto, atinge também os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, São Paulo e Minas Gerais (CAIERÃO, 2009).

Nos últimos 30 anos, a área de trigo no Brasil tem oscilado significativamente, consequência de políticas econômicas inconsistentes e influência de condições climáticas adversas, principalmente na região sul. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) na safra de 2016, o cereal foi cultivado em cerca de 2,11 milhões hectares e apresentou uma produção estimada de 6,72 milhões de toneladas com uma produtividade média de 3.117 kg por hectare (CONAB, 2017).

Dentre os fatores que podem comprometer o rendimento e a qualidade da produção inclui-se a incidência de pragas (insetos, doenças, plantas daninhas), as quais podem causar prejuízos, com importante impacto econômico (CUNHA et al., 2016). De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT, 2017), há registro de 45 insetos e 36 doenças que atacam as plantas e os grãos de trigo da semeadura à pós-colheita, sem considerar o complexo de plantas daninhas que ocorre nas lavouras.

Entre os insetos-praga que comprometem a produtividade da cultura, destacam-se os pulgões, a lagarta-do-trigo, a lagarta-militar e o percevejo-barriga-verde

(MASARO JÚNIOR et al., 2014). Os pulgões se encontram entre as principais pragas da cultura de trigo, com destaque para *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae), *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Aphididae) (SALVADORI e TONET, 2001). O grande potencial dos pulgões em causar dano econômico está relacionado à alta capacidade reprodutiva e à transmissão de viroses, como o nanismo amarelo da cevada (SALVADORI e TONET, 2001; SALVADORI, PEREIRA, VOSS, 2006; STARÝ, SAMPAIO, BUENO, 2007). As lavouras de trigo podem ser atacadas principalmente por três espécies de lagartas, que se alimentam das folhas e de outros órgãos da parte aérea das plantas, sendo *Mythimna sequax* Franclemont, 1951 (Lepidoptera: Noctuidae) e *Mythimna adultera* (Schaus, 1894) (Lepidoptera: Noctuidae), conhecidas pelo nome comum de lagarta-do-trigo e *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), denominada lagarta-militar ou lagarta-do-cartucho-do-milho. Nessas mesmas regiões onde ocorre *S. frugiperda*, esporadicamente, o trigo também pode ser atacado pelo curuquerê-dos-capinzais, *Mocis latipes* (Guenée, 1852) (Lepidoptera: Noctuidae) (MASARO JÚNIOR et al., 2014).

Dentre as principais plantas daninhas, que causam decréscimo na produção através da competição por recursos disponíveis no meio, citam-se o azevém (*Lolium multiflorum*), a aveia-preta (*Avena strigosa*), a nabiça (*Raphanus raphanistrum* e *Raphanus sativus*), o cipó-de-veado (*Polygonum convolvulus*), a erva-salsa (*Bowlesia incana*) e a buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadenses*) (MARIANI e VARGAS, 2012; LAMEGO, et al., 2013).

Segundo as indicações técnicas da cultura, entre as doenças que mais atacam a parte aérea das plantas de trigo são, o oídio (*Blumeria graminis*), a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*), a septoriose (*Mycosphaerella graminicola*), a mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*), a ferrugem da folha e do colmo (*Puccinia triticina*), a giberela (*Gibberella zeae*) e a brusone (*Pyricularia grisea*) (CUNHA et al., 2016).

Nesse sentido, o manejo fitossanitário em lavouras é de grande importância, para minimizar os fatores antagônicos a produtividade da cultura. Para isso, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) dispõe de métodos de controle que, de maneira individual ou associados, podem ser utilizados em diferentes níveis, seja para o controle de apenas uma espécie ou como estratégia de controle múltiplo de pragas em um sistema de produção, sendo esse o nível mais elevado do programa (KOGAN, 1998). No entanto, o controle químico, através do uso indiscriminado de agrotóxicos, é

frequentemente empregado no combate destas pragas, e a elevada eficiência desse método de controle o torna muito atrativo por parte dos produtores (FOERSTER, 2002).

Os inimigos naturais minimizam a necessidade da intervenção exercida pelo ser humano no controle de pragas, entretanto, na agricultura, somente em algumas situações o controle biológico exercido de forma natural pelos inimigos naturais pode controlar as pragas sem a utilização de agrotóxicos (DEGRANDE et al., 2002; CZEPAK et al., 2005). A utilização de agrotóxicos seletivos a inimigos naturais é imprescindível para o sucesso de programas MIP, para a manutenção dos inimigos naturais existentes no cultivo e, ou, pela criação e liberação de predadores, patógenos e parasitoides (FERNANDES, BUSSOLI, DEGRANDE, 1999; TORRES et al., 2007).

Na Embrapa Trigo, em 1978, iniciou-se o programa de controle biológico de pulgões de trigo. Com base no método clássico de controle biológico, foram introduzidas 14 espécies de himenópteros parasitoides e duas espécies de joaninhas predadoras de pulgões (GASSEN, 1999). A meta inicial do programa de controle biológico foi contribuir com 10 a 15 % de mortalidade dos pulgões que atacam a cultura do trigo. Essa meta foi amplamente ultrapassada, pois após a introdução e adaptação dos parasitoides, houve acentuada redução das populações de pulgões que se mantiveram abaixo dos níveis de dano econômico para a cultura.

Segundo Gassen (1988), entre as espécies de predadores observadas com maior frequência no trigo, destacam-se: *Coccinellina ancoralis* Germar, 1824 (Coleoptera: Coccinellidae), *Coleomegilla quadrifasciata* (Schönherr, 1808) Germar, 1824 (Coleoptera: Coccinellidae), *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae), *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae), *Hyperaspis* sp., *Olla v-nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae), *Scymnus* sp. e outras encontradas esporadicamente. Ainda, é importante ressaltar que crisopídeos como *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), por serem predadores vorazes de pulgões tem ocorrência frequente na cultura do trigo (CÁNOVAS e FERREIRA, 2004; ZANINI, 2004).

O gênero *Chrysoperla* destaca-se pela ampla distribuição geográfica, ocorrência em habitats variados, polifagia, grande capacidade de busca e alta voracidade, além de elevado potencial de reprodução, facilidade de criação em laboratório e tolerância a alguns produtos fitossanitários, demonstrando o alto potencial destes insetos para programas de controle biológico (COSTA, CARVALHO, SOUZA, 2003). Na região

Neotropical, destaca-se a espécie *C. externa*, ocorrendo naturalmente em várias culturas de interesse econômico (FREITAS, 2002). No Brasil, *C. externa* ocorre em diversos agroecossistemas, exercendo importante papel no controle populacional de ácaros, cochonilhas, pulgões e ovos e lagartas de lepidópteros (FONSECA, CARVALHO, SOUZA, 2001; SOARES et al., 2003; BORTOLI, CAETANO, MURATA, 2006; SILVA et al., 2006).

A joaninha *E. connexa* apresenta elevado potencial biótico, polifagia, e predação durante os estágios larvais e adulto, o que constituem características importantes desse predador no controle biológico dos insetos praga. No campo, joaninhas podem se alimentar de pulgões, aleirodideos, cochonilhas, ácaros, ovos de insetos e larvas de lepidópteros e coleópteros (RESENDE et al., 2015; WEBER e LUNDGREN, 2009). Ainda, segundo Gassen (1988), *E. connexa*, apresenta grande eficiência no controle de pulgões na cultura do trigo, sendo capaz de consumir aproximadamente 43 afideos diariamente.

A preservação dos inimigos naturais nas lavouras é de suma importância para o MIP, pois o controle biológico exercido por estes ajuda a manter o nível populacional das pragas baixo, se constituindo em uma alternativa ao controle químico. Uma vez que a suspensão total do uso de agrotóxicos não é possível na cultura do trigo, estes devem ser usados de forma racional. Uma das maneiras de se buscar a preservação dos inimigos naturais consiste no uso de agrotóxicos seletivos, que reduzam a população da praga a um nível abaixo do nível de dano econômico, sem causar efeitos deletérios sobre a entomofauna benéfica. A compatibilização de métodos de controle deve ser levada em conta em programas de manejo integrado, sendo que a integração entre os métodos biológico e químico somente é possível com o uso de substâncias seletivas aos organismos benéficos (CARVALHO, 2002). Neste contexto, a realização de estudos de seletividade de agrotóxicos se faz necessária, a fim de se identificar compostos menos impactantes aos inimigos naturais e assim viabilizar o controle biológico.

Com o objetivo de aprimorar os estudos de seletividade de pesticidas a organismos benéficos por meio da cooperação científica internacional, foi formado em 1974 o “Working Group Pesticides and Beneficial Arthropods” da “International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)”, permitindo o intercâmbio de resultados entre países e economizando recursos utilizados nas repetições de testes (HASSAN, 1994). Uma sequência de avaliações que incluem

inúmeros testes laboratoriais, de persistência e semicampo ou campo é recomendada pelo grupo da IOBC, por entender que um único método não provém informação suficiente para determinar os efeitos colaterais dos agrotóxicos, sendo que, os que não apresentarem toxicidade em laboratório, certamente não irão apresentar a nível de campo, sendo desnecessários testes de semicampo e campo (HASSAN, 1989, 1994). De acordo com as diretrizes da IOBC, os métodos normalizados se baseiam em utilizar as formulações comerciais, expondo os inimigos naturais à máxima dosagem de campo recomendada para a cultura, sendo os agrotóxicos classificados em classes de 1 (inócuo) a 4 (nocivo). Para os agrotóxicos que não se mostrarem inócuos em bioensaios de laboratório, se faz necessário a realização de estudos subsequentes de seletividade em condições de semicampo (verificação da persistência biológica) e campo, para só assim comprovar a nocividade destes produtos ao inimigo natural. Vogt (1994) e Viñuela, Händel e Vogt et al. (1996) verificaram que inseticidas considerados tóxicos em laboratório foram inócuos no campo, demonstrando a importância da realização da seqüência completa de testes preconizada pela IOBC. Apesar dos estágios larval e adulto serem os mais importantes devido a predação e dispersão, respectivamente, os estágios de ovo e pupa de *C. externa* e *E. connexa* não devem ser desconsiderados em testes de seletividade, pois qualquer impacto negativo em um destes estágios pode comprometer o desenvolvimento e o estabelecimento de populações dos predadores em um agroecossistema.

Trabalhos envolvendo seletividade na cultura do trigo foram realizados por Eichler e Reis (1976) utilizando os predadores *C. sanguinea* e *E. connexa*. No entanto, o estudo foi realizado na década de 70, avaliando os inseticidas sobre ovos, larvas, pupas a adultos, utilizando uma metodologia que até então não era padronizada, sendo a classificação de seletividade dos inseticidas dada por uma escala proposta por Bartlett (1963). É importante ser ressaltado que uma grande quantidade de agrotóxicos novos foi lançada no mercado ao longo desse tempo, sem qualquer informação quanto a seletividade utilizando-se metodologias da IOBC propostas aos predadores *C. externa* e *E. connexa*.

Ainda, é importante ressaltar que os resultados obitos por Eichler e Reis (1976) apesar de antigos, são utilizados nas indicações técnicas da cultura do trigo (CUNHA et al., 2016), informando a classificação de toxicidade de alguns inseticidas sobre *C. sanguinea* e *E. connexa*. Assim, faz-se necessário que novos testes avaliem a seletividade de agrotóxicos sobre todas as fases de desenvolvimento dos predadores

na cultura do trigo, em especial os predadores *C. externa* e *E. connexa* que são alvo do presente estudo, determinando quais as fases mais suscetíveis ou mais resistentes, e quais os agrotóxicos são seletivos ou quais apresentam efeitos colaterais aos predadores, gerando resultados que podem ser utilizados em novas indicações técnicas da cultura do trigo.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo conhecer a seletividade de agrotóxicos registrados para a cultura do trigo sobre os predadores *C. externa* e *E. connexa* através de bioensaios em laboratório expondo larvas, ovos e pupas e adultos aos resíduos dos agrotóxicos, além de avaliar em casa de vegetação a persistência biológica (duração da atividade nociva) de inseticidas sobre larvas e adultos destes dois predadores.

ARTIGO 01 – Revista Ceres

**Seletividade de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e
adultos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

RAFAEL ANTONIO PASINI, ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER, JULIANO
DE BASTOS PAZINI, MATHEUS RAKES, FLAVIO AMARAL BUENO,
FRANCIELE SILVA DE ARMAS

1 **Seletividade de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e**
2 **adultos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

3
4 **Side effects of insecticides registered for wheat crop on larvae and adults of**
5 ***Chrysoperla externa* and *Eriopsis connexa***

6
7 ***Rafael Antonio Pasini*^{2*}, *Anderson Dionei Grützmacher*², *Juliano de Bastos Pazini*²,**
8 ***Matheus Rakes*², *Flavio Amaral Bueno*², *Franciele Silva de Armas*²**

9
10 **Resumo** – O estudo avaliou a seletividade de 15 inseticidas registrados para a cultura
11 do trigo sobre larvas e adultos dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*.
12 Os inseticidas foram pulverizados em placas de vidro utilizando a máxima dosagem
13 recomendada para a cultura do trigo, sendo posteriormente montadas as arenas de
14 exposição. Foi utilizada a escala da IOBC para a classificação dos inseticidas quanto a
15 sua seletividade a larvas e adultos dos predadores. O inseticida diflubenzuron SC foi o
16 único inseticida considerado levemente nocivo (classe 2) as larvas de *E. connexa*, sendo
17 todos os outros inseticidas considerados nocivos (classe 4) a ambos os predadores. Os
18 inseticidas inibidores da biossíntese de quitina diflubenzuron SC, diflubenzuron WP,
19 lufenuron e triflumuron apresentaram foram inócuos aos adultos de *C. externa* e *E.*
20 *connexa*. Os inseticidas piretroides foram considerados nocivos (classe 4) aos adultos de
21 *C. externa*. O predador *E. connexa* apresentou 27,50% de mortalidade a beta-ciflutrina
22 sendo considerado inócuo (classe 1), enquanto etofenproxi e zeta-cipermetrina foram
23 considerados levemente nocivos (classe 2) aos adultos do predador. A mistura
24 imidacloprido+beta-ciflutrina foi modernamente nocivo (classe 3) a *E. connexa* e
25 nocivo (classe 4) a *C. externa*. Os inseticidas metomil, tiametoxam+lambda-cialotrina A
26 e B apresentaram alta toxicidade a ambos os predadores sendo todos considerados
27 nocivos (classe 4) a *C. externa* e *E. connexa*. O crisopídeo *C. externa* apresentou maior
28 sensibilidade aos inseticidas quando comparado a *E. connexa*.

29 **Palavras-Chave:** Crisopídeo; joaninha; controle biológico; controle químico; *Triticum*
30 *aestivum*.

¹Este trabalho é parte da tese de doutorado do primeiro autor.

²Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Rio Grande do Sul, Pelotas, Brasil.
rafa.pasini@yahoo.com.br; adgrutzm@ufpel.edu.br; julianopazzini@hotmail.com;
matheusrakes@hotmail.com; flavioamaralbueno@gmail.com; frandearmas@gmail.com

*Autor para correspondência: rafa.pasini@yahoo.com.br

31 **Abstract** - The study evaluated the selectivity of 15 insecticides registered for wheat
32 crop on larvae and adults of the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa*.
33 The insecticides were sprayed onto glass plates using the maximum recommended
34 dosage for wheat, being subsequently assembled the exposure arenas. The IOBC scale
35 was used to classify insecticides for their selectivity to larvae and adults of the
36 predators. The insecticide diflubenzuron SC was the only insecticide considered to be
37 slightly harmful (class 2) to larvae of *E. connexa*, all the other insecticides being
38 considered harmful (class 4) to both predators. The chitin biosynthesis inhibitors
39 diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron and triflumuron caused reduced
40 mortality to adults of *C. externa* and *E. connexa*. The pyrethroid insecticides were all
41 considered harmful (class 4) to the adults of *C. externa*. The predator *E. connexa*
42 showed 27.50% of mortality to beta-cyfluthrin being considered innocuous (class 1),
43 whereas etofenproxi and zeta-cypermethrin were considered slightly harmful (class 2) to
44 the adults of this predator. The mixture imidacloprid+beta-cyfluthrin was modernly
45 harmful (class 3) to *E. connexa* and harmful (class 4) to *C. externa*. The insecticides
46 methomyl, thiamethoxam+lambda-cyhalothrin A and B were considered harmful (class
47 4) to *C. externa* and *E. connexa*. The crisopid *C. externa* showed greater sensitivity to
48 insecticides when compared to *E. connexa*.

49 **Key-Words:** Crisopid; ladybird; biological control; chemical control; *Triticum*
50 *aestivum*.

51

52 INTRODUÇÃO

53 A cultura do trigo serve de alimento a uma variada gama de insetos-praga, entre
54 os principais destacam-se os pulgões, corós e lagartas. No manejo desses insetos-praga
55 o método químico é o mais empregado, sendo geralmente utilizados inseticidas de
56 amplo espectro de ação (Cunha *et al.*, 2016).

57 O controle biológico natural é de grande importância para o equilíbrio das
58 populações de insetos-praga, reduzindo o uso de inseticidas e contribuindo para a
59 sustentabilidade do agroecossistema, principalmente na cultura do trigo onde podem ser
60 encontrados um elevado número de inimigos naturais (Gassen, 1999; Bortolotto *et al.*,
61 2016).

62 Dentre os agentes de controle biológico de insetos-praga presentes na cultura do
63 trigo, o crisópideo *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e a
64 joaninha *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) ocupam papel de

65 destaque (Gassen, 1999; Moraes *et al.*, 2004). *C. externa* é um predador generalista em
66 sua fase larval, que pode se alimentar de ovos e pequenas larvas de lepidópteros,
67 pulgões, cochonilhas, moscas brancas e psílídeos (Auad *et al.*, 2007; Pappas *et al.*,
68 2011). A joaninha *E. connexa* apresenta elevado potencial biótico, polifagia, e predação
69 durante os estágios larvais e adulto, o que constituem características importantes desse
70 predador no controle biológico dos insetos praga. No campo, joaninhas podem se
71 alimentar de pulgões, aleirodideos, cochonilhas, ácaros, ovos de insetos e larvas de
72 lepidópteros e coleópteros (Resende *et al.*, 2015). No âmbito da cultura do trigo *C.*
73 *externa* e *E. connexa* podem se alimentar de uma grande quantidade de insetos-praga,
74 especialmente do complexo de pulgões que ocorre nessa cultura (Gassen, 1999; Moraes
75 *et al.*, 2004).

76 O controle biológico é um importante componente do Manejo Integrado de Pragas
77 (MIP), sendo que para a preservação dos inimigos naturais, é essencial que sejam
78 priorizados no momento do controle dos insetos-praga inseticidas seletivos aos inimigos
79 naturais presentes na cultura (Reddy, 2016). Entretanto, o uso indiscriminado de
80 inseticidas na cultura do trigo reduz as populações de inimigos naturais, afetando
81 diretamente os inimigos naturais de insetos praga presentes no cultivo.

82 Apesar da importância da seletividade, pouco se conhece a este respeito para a
83 cultura do trigo, tendo-se como base somente o trabalho realizado por Eichler & Reis
84 (1976) que estudaram a seletividade de inseticidas para as espécies *Cycloneda*
85 *sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) e *E. connexa*. Esse estudo foi
86 realizado a mais de 40 anos e com inseticidas antigos, sendo que uma grande quantidade
87 de novos inseticidas foi lançada no mercado nesse período, sem qualquer informação
88 quanto a sua seletividade sobre a fase larval e adulta dos predadores *C. externa* e *E.*
89 *connexa*.

90 Assim, estudos que abordem a seletividade de inseticidas aos inimigos naturais
91 dessa cultura utilizando a metodologia proposta pela "International Organization for
92 Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC) West
93 Palaearctic Regional Section (WPRS)" são de extrema importância, e inseticidas que
94 sejam seletivos precisam ter seu uso priorizado pelos agricultores, tendo em vista que na
95 cultura do trigo controle biológico é um dos casos de sucesso no Brasil (Salvadori &
96 Salles, 2002). Neste trabalho, estudou-se a seletividade de quinze inseticidas registrados
97 para o controle de insetos-praga na cultura do trigo sobre larvas e adultos dos
98 predadores *C. externa* e *E. connexa*.

99 MATERIAL E MÉTODOS

100

101 Os bioensaios foram conduzidos em laboratório a partir de adaptações da
102 metodologia estabelecida pela IOBC para a espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens,
103 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758)
104 (Coleoptera: Coccinellidae) (Schmuck *et al.*, 2000; Vogt *et al.*, 2000).

105

106 Insetos

107 As larvas e adultos *C. externa* e *E. connexa* utilizados nos bioensaios foram
108 provenientes de criações estabelecidas em laboratório (temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade
109 relativa $70\pm 10\%$ e fotofase 14 horas), onde as larvas dos predadores *C. externa* e *E.*
110 *connexa* foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879)
111 (Lepidoptera: Pyralidae) e os adultos de *C. externa* com uma dieta artificial, conforme
112 descrito por Carvalho & Souza (2000) e Vogt *et al.* (2000) e os adultos de *E. connexa*
113 com ovos de *A. kuehniella* e mel *ad libitum* (Silva *et al.*, 2009).

114

115 Inseticidas

116 Foram avaliados sobre as larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa* 15
117 inseticidas (Tabela 1) registrados no Agrofitec (2015) para a cultura do trigo. Cada
118 bioensaio foi composto além dos inseticidas testados por uma testemunha negativa
119 (ausência de inseticida). As dosagens utilizadas foram as máximas recomendadas para a
120 cultura, ajustadas para corresponder a um volume de calda de $200 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$, utilizando-se
121 um pulverizador pressurizado a CO_2 , com bico de aplicação de jato plano uniforme
122 (Teejet XR110015EVS). A pressão de trabalho utilizada na pulverização foi de
123 aproximadamente 50 psi, o que correspondeu a um depósito de calda de $2\pm 0,2 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$
124 (Schmuck *et al.*, 2000; Vogt *et al.*, 2000).

125

126 Bioensaios com larvas

127 Os bioensaios consistiram na exposição de larvas de *C. externa* e *E. connexa* a
128 resíduos secos dos inseticidas, que foram pulverizados sobre placas de vidro com
129 dimensão de 50 x 41 cm. Larvas de primeiro ínstar (1-2 dias de idade) foram
130 adicionadas às arenas, ficando em contato com os inseticidas até a emergência dos
131 adultos. Cada tratamento consistiu de duas placas com 20 arenas cada, totalizando 40

132 insetos, sendo cada inseto considerado uma repetição. O delineamento experimental
133 utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento.

134 Nos tratamentos onde a mortalidade acumulada foi $\leq 50\%$, realizou-se a avaliação
135 da performance reprodutiva (fecundidade e fertilidade) dos adultos. Os adultos oriundos
136 das larvas expostas aos agroquímicos foram agrupados em gaiolas com as mesmas
137 dimensões e condições das usadas para criação. Uma semana após a realização das
138 primeiras posturas, foi feita a sexagem dos adultos e realizadas de 4 a 6 coletas dos ovos
139 de *C. externa* e 10 coletas dos ovos de *E. connexa*, depositados num intervalo de 24
140 horas. O número total de ovos de cada coleta foi mensurado e dividido pelo número de
141 fêmeas na gaiola a fim de se determinar a fecundidade média (número de ovos por
142 fêmea e dia). As médias de fecundidade e fertilidade obtidas a partir de cada coleta
143 foram calculadas e comparadas com as médias de fecundidade e fertilidade obtidas na
144 testemunha de cada bioensaio.

145

146 **Bioensaios com adultos**

147 Após a secagem da calda, as placas de vidro pulverizadas serviram de fundo e
148 cobertura na confecção das gaiolas para exposição dos insetos. Cada gaiola foi
149 composta por um anel de metacrilato (10 cm de diâmetro x 3 cm de altura), com 5
150 orifícios de 1,3 cm de diâmetro fechados com tecido tipo “voile” para permitir a
151 ventilação, um orifício com as mesmas dimensões para conexão da bomba de sucção de
152 vapores tóxicos e um orifício menor (0,8 cm), por onde foi fornecida água aos insetos.
153 A dieta artificial dos adultos foi fornecida lateralmente na gaiola para *C. externa* e em
154 tiras de papel canção para *E. connexa* em quantidade suficiente para a realização do
155 bioensaio.

156 Após a confecção das gaiolas, adultos do predador previamente separados por
157 sexo, com aproximadamente uma semana de idade foram adicionados as gaiolas de
158 exposição. Cada tratamento consistiu de quatro gaiolas contendo cada uma cinco casais,
159 sendo cada gaiola considerada uma repetição no delineamento inteiramente casualizado.
160 A mortalidade acumulada (número de insetos mortos) de machos e fêmeas, assim como
161 a mortalidade geral foram avaliadas as 24, 72 e 120 horas após a exposição dos insetos
162 aos inseticidas.

163

164

165

166 **Classificação quanto a seletividade**

167 A mortalidade larval, a redução na eclosão de larvas e a redução na emergência
168 de adultos foram corrigidas pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981), e o
169 efeito total de cada inseticida para pupas foi calculado por meio da fórmula: $E = 100\% -$
170 $(100\% - R.E.A\%) \times R1 \times R2$, em que: E = efeito total (%); R.E.A.% = redução na
171 emergência de adultos; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea
172 tratada e não tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por
173 fêmea tratada e não tratada (Vogt *et al.*, 1992). Os inseticidas foram classificados para a
174 fase de ovo em função da redução na eclosão de larvas, enquanto que para larvas e
175 pupas a classificação se deu em função do efeito total, conforme proposto pela IOBC,
176 em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente nocivo (80-
177 99%) e 4) nocivo (>99%).

178

179 **Análises estatísticas**

180 O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado. Os valores
181 obtidos referentes as médias de fecundidade e fertilidade de adultos advindos de larvas
182 expostas aos resíduos e do número de médio de adultos foram submetidos a variância e
183 e comparadas pelo teste de Scott-Knott, a um nível de 5% de probabilidade de erro.
184 Utilizou-se o *software* estatístico R 3.2.2 (R Development Core Team, 2016) para a
185 execução das análises.

186

187 **Resultados e Discussão**

188

189 **Efeito sobre larvas de primeiro ínstar**

190 Verificou-se neste estudo que os inibidores da quitina-biossíntese de tipo 0
191 (lufenuron, diflubenzuron SC e WP e triflumuron) foram altamente nocivas (classe 4) às
192 larvas do primeiro instar de *C. externa* e *E. connexa*, pois esses inseticidas causaram
193 100% de mortalidade antes que as larvas atingissem o segundo instar. Apesar de
194 diflubenzuron SC ter causado 100% de mortalidade as larvas de primeiro ínstar de *C.*
195 *externa*, o inseticida apresentou 17,50% de mortalidade larval para o predador *E.*
196 *connexa* (Tabela 2). No entanto, o inseticida afetou significativamente a fecundidade e
197 fertilidade do predador, gerando um efeito total de 68,16 %, sendo classificado como
198 levemente nocivo (classe 2) a *E. connexa* (Tabela 2).

199 Os resultados obtidos no presente estudo demonstrando a alta toxicidade dos
200 inseticidas reguladores de crescimento são semelhantes aos observados em larvas do
201 primeiro instar de *C. externa*, *C. carnea*, *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851)
202 (Neuroptera: Chrysopidae), *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
203 Chrysopidae), e tratadas com diflubenzuron, lufenuron e triflumuron (Carvalho *et al.*,
204 2002; Medina *et al.*, 2003; Godoy *et al.*, 2004b; Hussain *et al.*, 2012; Mohammadi *et*
205 *al.*, 2014; Rugno *et al.*, 2016; Ono *et al.*, 2017). Diflubenzuron e lufenuron também
206 foram altamente tóxicos para larvas de primeiro instar de *Harmonia axyridis* (Pallas,
207 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) (Ruiz-Sanchez *et al.*, 2010) e ninfas de primeiro
208 estágio de *Orius laevigatus* (Fieber, 1860) (Hemiptera: Anthocoridae) (Van de Veire *et*
209 *al.*, 1996) e *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae)
210 (Evangelista *et al.*, 2002). Esses inseticidas pertencem ao grupo Benzoilfenilureia e têm
211 sido considerados altamente prejudiciais para os estágios imaturos de diferentes
212 espécies, e a grande suscetibilidade larval se dá devido a atividade desses inseticidas no
213 sistema endócrino, causando a interrupção dos processos de crescimento e
214 desenvolvimento do inseto (Schneider *et al.*, 2004; Ono *et al.*, 2017). Entretanto, com
215 relação a baixa mortalidade observada para diflubenzuron SC em larvas de *E. connexa*,
216 supõe-se que diferenças entre a formulação WP e SC possam ter influenciado na baixa
217 toxicidade entre os inseticidas já que a formulação WP causou a total mortalidade das
218 larvas de *E. connexa*. Ainda, podem ser citados entre alguns dos fatores para baixa
219 toxicidade do inseticida, a baixa penetração cuticular, maior atividade de enzimas
220 esterases e oxidases, além de menor sensibilidade do sítio de ação, que podem ter
221 contribuído para a degradação do ingrediente ativo, diminuindo os níveis de
222 susceptibilidade das larvas ao inseticida (Ishaaya & Casida, 1981).

223 Os inseticidas piretroides sem exceção causaram a total mortalidade de larvas de
224 primeiro instar de *C. externa* e *E. connexa* sendo classificados como nocivos (classe 4)
225 (Tabela 2). Resultados similares foram encontrados por Michaud & Grant (2003)
226 avaliando os inseticidas permetrina e zeta-cipermetrina aplicados sobre larvas dos
227 coccinelídeos *Curinus coeruleus* (Mulsant, 1850), *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *Olla v-*
228 *nigrum* (Mulsant, 1866) (Coleoptera: Coccinellidae) e do crisopídeo *Chrysoperla*
229 *rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae), obtiveram 100% de
230 mortalidade larval. Cosme *et al.* (2007) obtiveram como no presente estudo 100% de
231 mortalidade para larvas de *C. sanguinea* quando as mesmas foram diretamente
232 pulverizadas com o inseticida lambda-cialotrina.

233 O inseticida carbamato metomil também apresentou alta mortalidade larval para
234 ambas as espécies testadas sendo classificado como nocivo (classe 4) a *C. externa* e *E.*
235 *connexa* (Tabela 2). Michaud & Grant (2003) avaliando o inseticida metomil aplicado
236 sobre larvas dos coccinelídeos *C. coeruleus*, *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *O. v-nigrum* e
237 do crisopídeo *C. rufilabris*, obtiveram 100% de mortalidade larval. Da mesma forma
238 Eichler e Reis (1976) testando o inseticida metomil diretamente aplicados sobre as
239 larvas de *E. connexa* também obtiveram como no presente estudo 100% de mortalidade
240 a larval. Segundo Grafton-Cardwell & Gu (2003) os neonicotinoides imidacloprido e
241 tiametoxam causaram 100% de mortalidade as larvas de *Rodolia cardinalis* (Mulsant,
242 1850) (Coleoptera: Coccinellidae) através de exposição residual. Também para o
243 inseticida neonicotinoide em mistura como piretroide imidacloprido+beta-ciflutrina,
244 Pedroso *et al.* (2012) obtiveram os mesmos resultados obtidos no presente estudo para o
245 predador *C. sanguinea*.

246 A suscetibilidade dos inimigos naturais em relação a inseticidas varia com o
247 estágio de desenvolvimento dos organismos testados, sendo geralmente os estádios
248 imaturos mais suscetíveis que os adultos (Grafton-Cardwell & Gu 2003; Schneider *et al.*
249 2004). Essa diferença pode estar associada a uma cutícula mais fina e mais permeável
250 de estádios imaturos, com menor teor de quitina adicionada e de processos enzimáticos
251 de detoxificação menos ativos em comparação com o estágio adulto (Ono *et al.* 2017).

252 A falta de seletividade de alguns inseticidas, entretanto, pode ser explicada em
253 função de seu modo de ação, ou seja, conforme a ação do ingrediente ativo nos
254 processos fisiológicos e bioquímicos no corpo dos insetos. Os inseticidas classificados
255 como neurotóxicos, tais como carbamatos que atuam na transmissão sináptica ou
256 piretroides que atuam na transmissão axônica, causam a morte dos insetos pela
257 hiperexcitação do sistema nervoso, seja pelo contato ou pela ingestão do ingrediente
258 ativo. Já o grupo químico dos neonicotinoides, que também atuam na transmissão
259 sináptica, causam a mortalidade dos insetos devido à ativação persistente dos receptores
260 nicotínicos da acetilcolina e conseqüente hiperexcitação do sistema nervoso (Omoto,
261 2000).

262

263 **Efeito sobre adultos**

264 O inseticida tiametoxam apresentou mortalidade de machos significativamente
265 superior a de fêmeas de *C. externa* (Tabela 3) as 24 horas após a exposição aos resíduos
266 secos, já para *E. connexa*, as 72 horas após a exposição (Tabela 5) beta-ciflutrina

267 apresentou mortalidade de machos significativamente superior a de fêmeas, enquanto
268 permetrina apresentou mortalidade de fêmeas significativamente superior a de machos.

269 O presente estudo avaliou a seletividade entre machos e fêmeas dos predadores *C.*
270 *externa* (Tabela 3) e *E. connexa* (Tabela 5). A diferenciação entre a mortalidade de
271 machos e fêmeas em estudos deste tipo se faz necessária, pois seus resultados se
272 constituem em informações de fundamental importância para o MIP uma vez que a
273 menor susceptibilidade das fêmeas a certos inseticidas como observado para os
274 inseticidas reguladores de crescimento para *C. externa* e *E. connexa* e de alguns
275 piretroides para *E. connexa* pode contribuir para a manutenção da população destes
276 predadores nas lavouras de trigo contribuindo para o controle biológico natural de
277 pragas na cultura.

278 Os inseticidas reguladores de crescimento diflubenzuron SC, diflubenzuron WP,
279 lufenuron e triflumuron apresentaram número de insetos mortos significativamente
280 semelhante ao tratamento testemunha tanto para *C. externa* (Tabela 4) como para *E.*
281 *connexa* (Tabela 6) as 24, 72 e 120 horas após a exposição. Esse fato também foi
282 observado para o piretroide beta-ciflutrina na avaliação as 120 horas após a exposição e
283 para etofenproxi e zeta-cipermetrina na avaliação as 72 horas após a exposição.

284 Com relação as mortalidades e a classificação de toxicidade dos inseticidas as 24,
285 72 e 120 horas após a exposição residual dos adultos de *C. externa* (Tabela 4) e de *E.*
286 *connexa* (Tabela 6), pôde-se observar que os inseticidas reguladores de crescimento
287 diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron e triflumuron apresentaram reduzida
288 mortalidade sobre os adultos de *C. externa* (Tabela 4) e *E. connexa* (Tabela 6) fato que
289 pode ser observado tanto as 24, 72 como 120 horas após a contato residual com os
290 inseticidas, sendo considerados inócuos (classe 1) aos adultos de ambos os predadores.
291 Nesse sentido, Ono *et al.* (2017) verificaram a ausência de mortalidade de adultos de *C.*
292 *cubana* quando os mesmos foram expostos aos resíduos de diflubenzuron e lufenuron.
293 Este fato também foi observado por Godoy *et al.* (2004a), que observaram
294 sobrevivência de 100% dos adultos de *C. externa* expostos a lufenuron, e por Pedroso *et*
295 *al.* (2011) que constataram a ausência de mortalidade para adultos de *C. sanguinea*
296 diretamente pulverizados com o inseticida triflumuron.

297 A seletividade de diflubenzuron SC e WP, lufenuron e triflumuron pertencentes
298 ao grupo químico das Benzoiluréias possivelmente se deva ao modo de ação dos
299 inseticidas, sendo que os mesmos são inibidores da biossíntese de quitina, os quais
300 apresentam principalmente atividade ovicida e larvicida. (Omoto, 2000). Inseticidas

301 reguladores de crescimento apresentam a capacidade de matar especificamente o inseto-
302 alvo e preservar os agentes de controle biológico, visto que os hormônios que
303 desencadeiam o processo fisiológico da muda diferem entre ordens taxonômicas dos
304 insetos, o que comumente ocorre entre pragas e seus inimigos naturais, além disso, tais
305 compostos afetam estágios imaturos de insetos durante todo o processo de muda e,
306 como isso, adultos de espécies não-alvo, como insetos predadores, raramente são
307 afetados (Bastos *et al.*, 2006).

308 O neonicotinoide tiametoxam apresentou 77,50% de mortalidade as 24 horas,
309 porém a partir da avaliação as 72 horas foi constatada 100% de mortalidade sendo o
310 inseticida considerado como nocivo (classe 4) aos adultos do crisopídeo e como
311 moderadamente nocivo (classe 3) para a joaninha (Tabelas 4 e 6). Godoy *et al.* (2010)
312 observaram que quando adultos de *C. externa* e *C. cubana* foram pulverizados com
313 tiametoxam houve 100% de mortalidade aos adultos até quatro dias após a aplicação,
314 classificando o inseticida como nocivo (classe 4) aos adultos de ambas as espécies.
315 Tiametoxam também se mostrou extremamente tóxico quando testado sobre adultos do
316 coccinelídeo *Serangium japonicum* (Chapin, 1940) (Coleoptera: Coccinellidae) (Yao *et*
317 *al.*, 2015), sendo que Rocha *et al.* (2010) verificaram que adultos de *Cryptolaemus*
318 *montrouzieri* (Mulsant, 1850) (Coleoptera: Coccinellidae) apresentaram 93% de
319 mortalidade quando expostos ao contato residual com o inseticida, similarmente aos
320 95% de mortalidade obtido no presente estudo para *E. connexa*.

321 O inseticida neonicotinoide em mistura com piretroide, imidacloprido+beta-
322 ciflutrina apresentou 80% de mortalidade já as 24 horas após ao contato residual para os
323 adultos de *C. externa*, sendo que as 72 e 120 horas ocorreu a total mortalidade dos
324 adultos, já tiametoxam+lambdacialotrina A e tiametoxam+lambdacialotrina B
325 apresentaram a total mortalidade dos adultos já as 24 horas após o contato com os
326 resíduos dos inseticidas (Tabela 4), sendo as 120 horas todos os inseticidas foram
327 considerados nocivos (classe 4) aos adultos do referido predador. Para *E. connexa*
328 observou-se que os inseticidas em mistura causaram mortalidade superior a 67% para os
329 três inseticidas logo as 24 horas após a exposição, sendo que na última avaliação, as 120
330 horas, imidacloprido+beta-ciflutrina apresentou 95% de mortalidade dos adultos sendo
331 considerado moderadamente nocivo (classe 3), já tiametoxam+lambdacialotrina A e
332 tiametoxam+lambdacialotrina B apresentaram 100% de mortalidade e foram
333 classificados como nocivos (classe 4) aos adultos de *E. connexa* (Tabela 6). Nesse
334 sentido, Leite *et al.* (2010) observaram a total mortalidade dos adultos de *C. sanguinea*

335 quando os adultos do predador foram expostos ao contato residual com o inseticida
336 imidacloprido+beta-ciflutrina aplicado sobre plantas de algodoeiro, resultado similar ao
337 obtido por Pedroso *et al.* (2011) com a pulverização direta de imidacloprido+beta-
338 ciflutrina sobre os adultos da mesma espécie. Rocha *et al.* (2010) verificaram que
339 quando adultos de *C. montrouzieri* foram expostos ao contato residual com
340 imidacloprido 90% dos insetos acabaram sucumbindo ao inseticida. Como no presente
341 estudo, onde tiametoam+lambda-cialotrina causaram a total mortalidade de *C. externa* e
342 *E. connexa* (Tabelas 4 e 6), Redoan *et al.* (2013) obtiveram 100% de mortalidade
343 quando adultos de *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera: Forficulidae) foram
344 expostos ao contato com o inseticida tiametoam+lambda-cialotrina.

345 Os inseticidas piretroides beta-ciflutrina, etofenproxi, lambda-cialotrina,
346 permetrina e zeta-cipermetrina apresentaram 100% de mortalidade aos adultos de *C.*
347 *externa* logo as 24 horas após o contato com os resíduos tóxicos e por isso foram
348 considerados como nocivos (classe 4) aos adultos de *C. externa* (Tabela 4). O inseticida
349 gama-cialotrina, no entanto, apresentou 50% de mortalidade as 24 horas, 92,50% de
350 mortalidade às 72 horas e na última avaliação as 120 horas foi constatada a total
351 mortalidade de todos os insetos adultos em avaliação, sendo considerado como nocivo
352 (classe 4) aos adultos de predador. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por
353 Torres *et al.* (2013) para o inseticida zeta-cipermetrina, que foi classificado como
354 nocivo (classe 4) para os adultos de *C. externa*. Leite *et al.* (2010) observaram que beta-
355 ciflutrina apresentou 100% de mortalidade para adultos de *C. sanguinea*, resultado esse
356 que está de acordo ao obtido no presente estudo (Tabela 4).

357 O inseticida piretroide beta-ciflutrina, apresentou mortalidade de adultos inferior a
358 30% em todos os períodos de avaliação sendo considerado como inócuo (classe 1) aos
359 adultos de *E. connexa*, fato também observado para o piretroide etofenproxi nas
360 primeiras 24 horas após a exposição aos resíduos e para zeta-cipermetrina e até 72 horas
361 após a exposição, sendo que na avaliação as 120 horas esses dois inseticidas foram
362 considerados como levemente nocivos (classe 2) com mortalidade total acumulada de
363 52,50 e 35%, respectivamente (Tabela 6). O inseticida permetrina apresentou
364 mortalidade de 62,50% na avaliação as 24 horas, no entanto as 72 horas e 120 horas
365 apresentou mortalidade de 80 e 92,50%, sendo classificado como moderadamente
366 nocivo (classe 3) aos adultos de *E. connexa* assim como gama-cialotrina (Tabela 6). O
367 piretroide lambda-cialotrina se mostrou agressivamente tóxico aos adultos sendo
368 classificado as 120 horas como nocivo (classe 4) aos adultos de *E. connexa*. Como no

369 presente trabalho para *C. externa* e *E. connexa* (Tabelas 4 e 6) Redoan *et al.* (2013)
370 obtiveram 100% de mortalidade a adultos de *D. luteipes* expostos a etofenproxi
371 considerando o inseticida como nocivo (classe 4) ao predador. Dobrin & Hammond
372 (1985) obtiveram 93% de mortalidade de adultos de *Epilachna varivestis* (Mulsant,
373 1850) (Coleoptera: Coccinellidae) expostos ao contato residual com o inseticida
374 permetrina. Bozsik (2006) obteve alta mortalidade para os adultos de *C. septempunctata*
375 submetidos a lambda-cialotrina confirmando como no presente estudo (Tabela 6) a alta
376 toxicidade desse inseticida.

377 No entanto, a alta sobrevivência de adultos expostos ao contato com os inseticidas
378 beta-ciflutrina, etofenproxi e zeta-cipermetrina observadas nesse estudo (Tabela 6),
379 provavelmente se deva a processos de detoxificação enzimática ou falta de sensibilidade
380 do sítio de ação presentes no organismo do predador visto que 24 horas após o contato
381 com os resíduos dos inseticidas grande parte dos insetos expostos aos inseticidas ainda
382 se apresentavam vivos. Vale salientar que inseticidas piretroides contêm ligações éster
383 que são suscetíveis a inativação por enzimas tais como esterases e citocromo P450
384 monooxigenases (Yu, 2004).

385 O inseticida carbamato metomil apresentou 100% de mortalidade aos adultos de
386 *C. externa* e *E. connexa* logo a partir da primeira avaliação as 24 horas após o contato
387 com os inseticidas (Tabelas 3 e 5) e por isso foram considerados como nocivos (classe
388 4) a ambos os predadores. Eichler & Reis (1976) também observaram a alta toxicidade
389 de metomil para *C. sanguinea* e *E. connexa*, sendo que como no presente estudo após
390 24 horas de contato com os inseticidas os adultos apresentaram 100% de mortalidade ao
391 inseticida.

392 Inseticidas neurotóxicos, como dos grupos químicos dos piretroides, carbamatos e
393 neonicotinoides, são geralmente classificados como compostos menos seletivos aos
394 predadores em virtude da similaridade existente no modo de transmissão dos impulsos
395 nervosos não apenas entre as diferentes ordens de insetos (Omoto, 2000).

396 Os testes iniciais de laboratório submetem o inseto a máxima exposição aos
397 resíduos dos inseticidas, se constituindo na condição mais adversa ao inimigo natural.
398 Nesse sentido, a fase larval de ambos os predadores foi mais afetada do que a fase
399 adulta, sendo que nenhum inseticida foi considerado inócuo nessa fase de
400 desenvolvimento. Os inseticidas reguladores de crescimento diflubenzuron SC,
401 diflubenzuron WP, lufenuron e triflumurom foram enquadrados como inócuos (classe 1)
402 a fase adulta de *C. externa* e *E. connexa*, além disso, o piretroide beta-ciflutrina também

403 obteve a mesma classificação para *E. connexa* e, portanto, devido a essas discrepâncias
404 entre a toxicidade a fase larval e adulta precisam passar por novos testes de seletividade.
405 Assim, para os inseticidas que foram considerados levemente nocivos, moderadamente
406 nocivos e nocivos para larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa*, são recomendados
407 testes de persistência biológica em casa de vegetação e de campo em lavouras de trigo, a
408 fim de prover informações definitivas sobre o efeito ao longo do tempo destes produtos
409 e ajudar a estimar o risco de intoxicação para os predadores.

410

411 **Conclusões**

412 Todos os 15 inseticidas testados são nocivos (classe 4) as larvas de *C. externa*.

413 Com exceção de diflubenzuron SC que é levemente nocivo (classe 2) todos os
414 outros 14 inseticidas são nocivos (classe 4) as larvas de *E. connexa*.

415 Para a fase adulta de *C. externa* (classe 1) aos reguladores de crescimento
416 diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron e triflumuron são inócuos, enquanto
417 todos os inseticidas restantes são nocivos (classe 4) aos adultos do predador.

418 Para a fase adulta de *E. connexa*, diflubenzuron SC, diflubenzuron WP lufenuron,
419 triflumuron e beta-ciflutrina são inócuos; etofenproxi e zeta-cipermetrina são levemente
420 nocivos (classe 2); gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina, permetrina e
421 tiametoxam são moderadamente nocivos (classe 3); lambda-cialotrina, metomil,
422 tiametoxam+lambda-cialotrina A e B são nocivos (classe 4) aos adultos do predador.

423

424

425 **Referências**

426

427 Agrofit (2015) Sistema de agrotóxicos fitossanitários. 2015. Disponível em:
428 <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acessado em:
429 28 de setembro de 2016.

430

431 Auad AM, Carvalho CF, Souza B, Simões AD, Oliveira SA, Braga ALF & Ferreira RB
432 (2007) Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de *Bemisia tabaci*
433 (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Acta Scientiarum Agronomy, 29:29–32.

434

435 Bastos CS, Almeida RP & Suinaga FA (2006) Selectivity of pesticides used on cotton
436 (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared
437 hosts. Pest Management Science, 62:91-98.

438 Bortolotto OC, Menezes Junior AO & Hoshino AT (2016) Abundância de inimigos
439 naturais de pulgões do trigo em diferentes distâncias da borda da mata. Pesquisa
440 Agropecuária Brasileira, 51:187-191.

441

- 442 Bozsik B (2006) Susceptibility of adult *Coccinella septempunctata* (Coleoptera:
443 Coccinellidae) to insecticides with different modes of action. *Pest Management Science*,
444 62:651–654.
445
- 446 Carvalho CF & Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In:
447 Bueno VHP (Ed.) *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de*
448 *qualidade*. Lavras, UFLA. p.91-109.
449
- 450 Carvalho GA, Carvalho CF, Souza B & Ulhoa JLR (2002) Seletividade de inseticidas a
451 *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*,
452 31:615-621.
453
- 454 Cosme LV, Carvalho GA & Moura AP (2007) Efeitos de inseticidas botânico e
455 sintéticos sobre ovos e larvas de *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera:
456 Coccinellidae) em condições de laboratório. *Arquivos do Instituto Biológico*, 74:251-
457 258.
458
- 459 Cunha GR, Caierão E & Rosa AC (2016) Informações técnicas para trigo e triticales –
460 safra 2016 / 9ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales. 1ª ed.
461 Passo Fundo-RS, Biotrigo Genética. 228p.
462
- 463 Dobrin GC & Hammond RB (1985) The antifeeding activity of selected pyrethroids
464 towards the mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of the Kansas*
465 *Entomological Society*, 58:422-427.
466
- 467 Eichler MR & Rei, EM (1976) Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de
468 afídios: *Cycloneda sanguinea* L., 1763) e *Eriopsis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera -
469 Coccinellidae). Passo Fundo: Embrapa Trigo. 24p. (Boletim Técnico, 3).
470
- 471 Evangelista JRWS, Silva-Torres, CSA & Torres JB (2002) Toxicidade de lufenuron
472 para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). *Neotropical*
473 *Entomology*, 31:319-326.
474
- 475 Gassen DN (1999) Controle biológico de pulgões de trigo no Brasil. Passo Fundo:
476 Embrapa/Trigo. 4p. (Comunicado Técnico Online, 15). Disponível:
477 <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co15.htm> Acessado em: 28 de setembro de
478 2016.
479
- 480 Godoy MS, Carvalho GA, Moraes JC, Cosme LV, Goussain MM, Carvalho CF &
481 Morais AA (2004a) Seletividade de seis inseticidas utilizados em citros a pupas e
482 adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical*
483 *Entomology*, 33:359-364.
484
- 485 Godoy MS, Carvalho GA, Moraes JC, Júnior MG, Morais AA & Cosme LV (2004b)
486 Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de
487 *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*,
488 33:639-646.
489

- 490 Godoy MS, Carvalho GA, Carvalho BF & Lasmar O (2010) Seletividade fisiológica de
491 inseticidas em duas espécies de crisopídeos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45:1253-
492 1258.
- 493
- 494 Grafton-Cardwell EE & Gu P (2003) Conserving vedalia beetle, *Rodolia cardinalis*
495 (Mulsant) (Coleoptera: Coccinellidae), in citrus: a continuing challenge as new
496 insecticides gain registration. *Journal of Economic Entomology*, 96:1388-1398.
- 497
- 498 Hussain D, Ali A, Tariq R, Mushtaq-Ul-Hassan M & Saleem M (2012) Comparative
499 toxicity of some new chemistry insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) under
500 laboratory conditions. *Journal of Agricultural Research*, 50:509-515.
- 501
- 502 Ishaaya I & Casida JE (1981) Pyrethroid esterase(s) may contribute to natural
503 pyrethroid tolerance of larvae of the common green lacewing. *Environmental*
504 *Entomology*, 10:681-684.
- 505
- 506 Leite MIS, Carvalho GA, Maia JB, Makiyama L & Vilela M (2010) Ação residual de
507 inseticidas para larvas e adultos do predador *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763
508 (Coleoptera: Coccinellidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 77:275-282.
- 509
- 510 Medina P, Smaghe G, Budia F, Tirry L & Vinuela E (2003) Toxicity and absorption of
511 azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in
512 predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environmental*
513 *Entomology*, 32:196-203.
- 514
- 515 Michaud JP & Grant AK (2003) IPM-compatibility of foliar insecticides for citrus:
516 Indices derived from toxicity to beneficial insects from four orders. *Journal of Insect*
517 *Science*, 3:1-10.
- 518
- 519 Mohammadi M, Dastjerdi H, Golmohammadi GR & Hassanpour M (2014)
520 Investigation on the effects of lufenuron and pyridalyl insecticides on the developmental
521 stages of the green lacewing (*Chrysoperla carnea* Steph.) under laboratory conditions.
522 *Pesticides in Plan Protection Sciences*, 1:31-40.
- 523
- 524 Moraes JC, Goussain MM, Basagli MAB, Carvalho GA, Ecole CC & Sampaio MV
525 (2004) Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the Gressnbug
526 *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies,
527 *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani*
528 Viereck (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotropical Entomology*, 33:619-624.
- 529
- 530 Omoto C (2000) Modo de ação dos inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In:
531 Guedes JC, Costa ID & Castiglioni, E. (Eds.). *Bases e técnicas de manejo de insetos*.
532 Santa Maria, UFSM. p.31-49.
- 533
- 534 Ono EK, Zanardi OZ, Santos KFA & Yamamoto PT (2017) Susceptibility of
535 *Ceraeochrysa cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides.
536 *Chemosphere*, 168:49-57.
- 537
- 538 Pappas ML, Broufas GD & Koveos DS (2011) Chrysopid predators and their role in
539 biological control. *Journal of Entomology*, 8:301–326.

- 540 Pedroso EC, Carvalho GA, Leite MIS & Rezende DT (2011) Seletividade de inseticidas
541 utilizados no algodoeiro sobre pupas e adultos da joaninha *Cycloneda sanguinea*
542 (Linnaeus, 1763). Arquivos do Instituto Biológico, 78:573-584.
543
- 544 Pedroso EC, Carvalho GA, Leite MIS, Rezende DT & Moura AP (2012) Seletividade
545 de inseticidas utilizados na cultura algodoeira a ovos e larvas de terceiro instar de
546 *Cycloneda sanguinea*. Arquivos do Instituto Biológico, 79:61-68.
547
- 548 Püntener W (1981) Manual for field trials in plant protection. 2.ed. Basle, Ciba-Geigy,
549 205p.
550
- 551 R Development Core Team. R - A language and environment for statistical computing.
552 rev. 3.3.2. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2016. Disponível
553 em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 02 nov. 2016.
554
- 555 Reddy PP (2016) Selective pesticides in IPM. In: Reddy, P.P. (Ed). Sustainable crop
556 protection under protected cultivation. Singapore, Springer. p.121-131.
557
- 558 Redoan ACM, Carvalho GA, Cruz I, Figueiredo MLC & Silva RB (2013) Physiological
559 selectivity of insecticides to adult of *Doru luteipes* (Scudder, 1876) (Dermaptera:
560 Forficulidae). Revista Ciência Agronômica, 44:842-850.
561
- 562 Resende ALS, Ferreira RB, Silveira LCP, Pereira LPS, Landim DV & Carvalho CF
563 (2015) Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera:
564 Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.).
565 Entomotropica, 30:12-19.
566
- 567 Rocha LCD, Carvalho GA, Moura AP, Moscardini VF, Rezende DT & Santos OM
568 (2010) Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em cultura cafeeira sobre ovos e
569 adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. Arquivos do Instituto Biológico,
570 77:119-127.
571
- 572 Rugno GR, Zanardi OZ, Cuervo JB, Morais MR & Yamamoto PT (2016) Impact of
573 insect growth regulators on the predator *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera:
574 Chrysopidae). Ecotoxicology, 25:940-949.
575
- 576 Ruiz-Sánchez E, Caamal-Eb L, Cristóbal-Alejo J, Munguía-Rosale R & Pérez-Gutiérrez
577 A (2010) Survivorship and development of immature *Harmonia axyridis* Pallas
578 (Coleoptera: Coccinellidae) exposed to diflubenzuron. Agrociencia, 44:373-379.
579 Schmuck R, Candolfi M P, Kleiner R, Mead-Briggs M, Moll M, Kemmeter F, Jans D,
580 Waltersdorfer A & Wilhelmy HA (2000) Laboratory test system for assessing effects of
581 plant protection products on the plant dwelling insect *Coccinella septempunctata* L.
582 (Coleoptera: Coccinellidae). In: Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm
583 C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R & Vogt H (Eds.)
584 Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods.
585 Reinheim, IOBC/ WPRS. p.45-56.
586
587
588

- 589 Schneider MI, Smagghe G, Pineda S & Vinuela E (2004) Action of insect growth
590 regulator insecticides and spinosad on life history parameters and absorption in third-
591 instar larvae of the endoparasitoid *Hyposoter didymator*. *Biological Control*, 31:189-
592 198.
- 593
594 Silva RB, Zanuncio JC, Serrao JE, Lima ER, Figueiredo MLC & Cruz I (2009)
595 Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of the
596 predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. *Phytoparasitica*, 37:115-123.
- 597
598 Torres AF, Carvalho GA, Santa-Cecilia LVC & Moscardini VF (2013) Selectivity of
599 seven insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera:
600 Chrysopidae). *Revista Colombiana de Entomologia*, 39:34-39.
- 601
602 Van De Veire M, Smagghe G & Degheele D (1996) Laboratory test method to evaluate
603 the effect of 31 pesticides on the predatory bug, *Orius laevigatus* (Het.: Anthocoridae).
604 *Entomophaga*, 41:235-243.
- 605
606 Vogt H (1992) Untersuchungen zu nebenwirkungen von insektiziden und akariziden auf
607 *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). *Mededelingen Rijksfaacuiteit*
608 *Landbouwwetenschappen te Gent*, 57:559-567.
- 609
610 Vogt H, Bigler F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A,
611 Ufer A, Viñuela E, Wladburger M, Waltersdorfer A (2000) Laboratory method to test
612 effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera:
613 Chrysopidae). In: Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan
614 SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H (eds) *Guidelines to*
615 *evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods*. Reinheim
616 IOBC/WPRS. p.27-44.
- 617
618 Yao F, Zheng Y, Zhao J, Desneux N, He Y & Weng Q (2015) Lethal and sublethal
619 effects of thiamethoxam on the whitefly predator *Serangium japonicum* (Coleoptera:
620 Coccinellidae) through different exposure routes. *Chemosphere*, 128:49-55.
- 621
622 Yu SJ (2004) Induction of detoxification enzymes by triazine herbicides in the fall
623 armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Pesticide Biochemistry and*
624 *Physiology*, 80:113-122.
- 625
626
627
628
629
630
631
632
633

634 **Tabela 1.** Inseticidas registrados para a cultura do trigo e utilizados nos testes de
 635 toxicidade sobre o estágio larval e adulto de *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa*.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	D.C.¹	c.i.a (%)²
Actara 250 WG	tiametoxam	Neonicotinoide	0,075	0,009
Certero	triflumuron	Benzoilureia	0,030	0,007
Connect	imidacloprido+ beta-ciflutrina	Neonicotinoide+ Piretroide	0,750	0,037+ 0,004
Difluchen 240 SC	diflubenzuron	Benzoilureia	0,100	0,012
Dimilin	diflubenzuron	Benzoilureia	0,100	0,012
Eforia	tiametoxam+ lambda-cialotrina A	Neonicotinoide+ Piretroide	0,150	0,010+ 0,007
Engeo Pleno	tiametoxam+ lambda-cialotrina B	Neonicotinoide+ Piretroide	0,150	0,010+ 0,007
Karate Zeon 50 CS	lambda-cialotrina	Piretroide	0,100	0,002
Lannate BR	metomil	Carbamato	1,300	0,139
Match CE	lufenuron	Acilureia	0,100	0,002
Mustang 350 EC	zeta-cipermetrina	Piretroide	0,150	0,026
Nexide	gama cialotrina	Piretroide	0,015	0,001
Piredan	permetrina	Piretroide	0,065	0,012
Safety	etofenproxi	Piretroide	0,500	0,075
Turbo	beta-ciflutrina	Piretroide	0,100	0,002

636 ¹D.C. = Dosagem da formulação comercial (Kg ou L. ha⁻¹);

637 ²c.i.a. = Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda

638

639

640

641

642

643

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654 **Tabela 2.** Mortalidade larval acumulada (%), fecundidade (número de ovos por fêmea e
 655 dia \pm EP), fertilidade (% de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC
 656 quando larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa* foram expostas ao contato
 657 residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	<i>C. externa</i>		<i>E. connexa</i>				
		MI (%) ²	C ⁵	MI (%) ²	Fc ³	Fr ⁴	E ⁵	C ⁶
Testemunha	---	0,00	--	0,00	30,70 \pm 2,49a	83,33 \pm 3,40a	---	---
beta-ciflutrina	0,002	100,00	4	100,00	---	---	---	4
diflubenzuron SC	0,012	100,00	4	17,50	21,06 \pm 1,09b	46,87 \pm 5,47b	68,16	2
diflubenzuron WP	0,012	100,00	4	100,00	---	---	---	4
etofenproxi	0,075	100,00	4	100,00	---	---	---	4
gama-cialotrina	0,001	100,00	4	100,00	---	---	---	
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	100,00	4	100,00	---	---	---	4
lambda-cialotrina	0,002	100,00	4	100,00	---	---	---	4
lufenuron	0,002	100,00	4	100,00	---	---	---	4
metomil	0,139	100,00	4	100,00	---	---	---	4
permetrina	0,012	100,00	4	100,00	---	---	---	4
tiametoxam	0,009	100,00	4	100,00	---	---	---	4
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	100,00	4	100,00	---	---	---	4
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	100,00	4	100,00	---	---	---	4
triflumuron	0,007	100,00	4	100,00	---	---	---	4
zeta-cipermetrina	0,026	100,00	4	100,00	---	---	---	4

658 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²MI= Mortalidade larval
 659 acumulada corrigida por Schneider Orelli (%); ³Fc= Fecundidade; ⁴Fr= Fertilidade;
 660 ^{3,4}Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si
 661 pelo teste de Scott-Knott (p>0,05). ⁵E= Efeito total; ⁶C= Classes da IOBC, 1= inócuo
 662 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo
 663 (>99%). (Fecundidade: F=12,52; GL=1; p=0,0076; Fertilidade: F= 31,95; GL=1; p=
 664 0,0012).

665

666

667

668

669

670 **Tabela 3.** Mortalidade ($n^{\circ} \pm EP$) acumulada de fêmeas e machos quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato
 671 residual com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M ² [24 horas]		M ² [72 horas]		M ² [120 horas]	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂
Testemunha	---	0,00±0,00dA	0,00±0,00dA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA
beta-ciflutrina	0,002	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
diflubenzuron SC	0,012	0,00±0,00dA	0,00±0,00dA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA
diflubenzuron WP	0,012	0,00±0,00dA	0,00±0,00dA	0,00±0,00bA	0,50±0,50bA	0,25±0,25bA	0,50±0,50bA
etofenproxi	0,075	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
gama-cialotrina	0,001	2,25±0,25cB	2,75±0,47cB	4,75±0,25aA	4,50±0,28aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	4,25±0,25bB	3,75±0,47cB	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
lambda-cialotrina	0,002	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
lufenuron	0,002	0,00±0,00dA	0,00±0,00dA	0,25±0,25bA	0,00±0,00bA	0,25±0,25bA	0,00±0,00bA
metomil	0,139	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
permetrina	0,012	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
tiametoxam	0,009	3,25±0,25cB	4,50±0,28bA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
triflumuron	0,007	0,00±0,00dA	0,00±0,00dA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA
zeta-cipermetrina	0,026	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA

672 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ¹Valor médio obtido de quatro repetições com cinco casais cada; Médias seguidas
 673 pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas para cada período de avaliação não diferem significativamente entre si pelo
 674 teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

675 **Tabela 4.** Mortalidade acumulada e classificação da IOBC quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato residual
 676 com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%)*	M ¹ [24 horas]			M ¹ [72 horas]			M ¹ [120 horas]		
		n ^o ± EP ¹	% **	C***	n ^o ± EP ¹	% **	C***	n ^o ± EP ¹	% **	C***
Testemunha	---	0,00±0,00d	0,00	---	0,00±0,00b	0,00	---	0,00±0,00b	0,00	---
beta-ciflutrina	0,002	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
diflubenzuron SC	0,012	0,00±0,00d	0,00	1	0,00±0,00b	0,00	1	0,00±0,00b	0,00	1
diflubenzuron WP	0,012	0,00±0,00d	0,00	1	0,50±0,50b	5,00	1	0,75±0,75b	0,00	1
etofenproxi	0,075	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
gama-cialotrina	0,001	5,00±0,70c	50,00	2	9,25±0,47a	92,50	3	10,00±0,00a	100,00	4
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	8,00±0,70b	80,00	3	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
lambda-cialotrina	0,002	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
lufenuron	0,002	0,00±0,00d	0,00	1	0,25±0,25b	2,50	1	0,25±0,25b	2,50	1
metomil	0,139	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
permetrina	0,012	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
tiametoxam	0,009	7,75±0,25b	77,50	2	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
triflumuron	0,007	0,00±0,00d	0,00	1	0,00±0,00b	0,00	1	0,00±0,00b	0,00	1
zeta-cipermetrina	0,026	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4

677 *c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; **Mortalidade corrigida por Schneider- Orelli; ***C= Classes da IOBC, 1= inócuo
 678 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%); ¹Valor médio obtido de quatro repetições com
 679 cinco casais cada. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, para cada período de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo
 680 teste de Scott-Knott (p>0,05).

681 **Tabela 5.** Mortalidade ($n^{\circ}\pm EP$) acumulada de fêmeas e machos quando o estágio adulto de *Eriopis connexa* foi exposto ao contato residual
 682 com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M ² [24 horas]		M ² [72 horas]		M ² [120 horas]	
		♀	♂	♀	♂	♀	♂
Testemunha	---	0,00±0,00bA	0,00±0,00eA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00cdA	0,00±0,00eA
beta-ciflutrina	0,002	0,00±0,00bB	0,25±0,25eB	0,50±0,28bB	1,00±0,40bA	1,25±0,25cA	1,50±0,28cdeA
diflubenzuron SC	0,012	0,25±0,25bA	0,50±0,50eA	0,25±0,25bA	0,50±0,50bA	0,25±0,25cdA	0,50±0,50deA
diflubenzuron WP	0,012	0,00±0,00bA	0,00±0,00eA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00dA	0,00±0,00eA
etofenproxi	0,075	0,50±0,28bB	0,75±0,47deB	1,50±0,28bB	1,50±0,28bB	2,50±0,28bA	2,75±0,47bcA
gama-cialotrina	0,001	4,25±0,25aA	4,75±0,25abA	4,50±0,50aA	4,75±0,25aA	4,50±0,50aA	4,75±0,25abA
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	3,25±0,75aA	3,50±0,64abA	4,25±0,25aA	4,75±0,25aA	4,50±0,28aA	5,00±0,00aA
lambda-cialotrina	0,002	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
lufenuron	0,002	0,00±0,00bA	0,00±0,00eA	0,00±0,00bA	0,25±0,25bA	0,00±0,00dA	0,25±0,25eA
metomil	0,139	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
permetrina	0,012	3,00±0,40aB	3,25±0,25abcB	4,25±0,25aA	3,75±0,25aB	4,50±0,28aA	4,75±0,25aA
tiametoxam	0,009	3,50±0,50aB	2,75±0,47bcdB	4,50±0,50aA	4,50±0,28aA	5,00±0,00aA	4,50±0,28abA
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	3,75±0,25aA	4,00±0,70abA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	3,5±00,95aA	3,25±0,62abcA	4,00±0,57aA	4,25±0,47aA	5,00±0,00aA	5,00±0,00aA
triflumuron	0,007	0,00±0,00bA	0,00±0,00eA	0,00±0,00bA	0,00±0,00bA	0,00±0,00dA	0,00±0,00eA
zeta-cipermetrina	0,026	0,75±0,47bA	1,25±0,75cdeA	1,00±0,57bA	1,25±0,75aA	1,25±0,47cA	2,25±1,03cdA

683 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²Valor médio obtido de quatro repetições com cinco casais cada; Médias seguidas pela
 684 mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas para cada período de avaliação não diferem significativamente entre si pelo teste de
 685 Scott-Knott (p>0,05).
 686

687

688 **Tabela 6.** Mortalidade acumulada e classificação da IOBC quando o estágio adulto de *Eriopsis connexa* foi exposto ao contato residual com
689 inseticidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%)*	M ¹ [24 horas]			M ¹ [72 horas]			M ¹ [120 horas]		
		n ^o ± EP ¹	% **	C***	n ^o ± EP ¹	% **	C***	n ^o ± EP ¹	% **	C***
Testemunha	---	0,25±0,25c	---	---	0,25±0,25bc	---	---	0,25±0,25cd	---	---
beta-ciflutrina	0,002	0,25±0,25c	2,50	1	1,50±0,64bc	15,00	1	2,75±0,47bc	27,50	1
diflubenzuron SC	0,012	0,75±0,47c	7,50	1	0,75±0,47bc	7,50	1	0,75±0,47cd	7,50	1
diflubenzuron WP	0,012	0,00±0,00c	0,00	1	0,00±0,00c	0,00	1	0,00±0,00d	0,00	1
etofenproxi	0,075	1,25±0,75c	12,50	1	3,00±0,57b	30,00	2	5,25±0,75b	52,50	2
gama-cialotrina	0,001	9,00±1,00ab	90,00	3	9,25±0,75a	92,50	3	9,25±0,75a	92,50	3
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	6,75±0,47ab	67,50	2	9,00±0,40a	90,00	3	9,50±0,28a	95,00	3
lambda-cialotrina	0,002	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
lufenuron	0,002	0,00±0,00c	0,00	1	0,25±0,25bc	2,50	1	0,25±0,25cd	2,50	1
metomil	0,139	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
permetrina	0,012	6,25±0,62ab	62,50	2	8,00±0,40a	80,00	3	9,25±0,25a	92,50	3
tiametoxam	0,009	6,50±0,25ab	65,00	2	9,00±0,70a	90,00	3	9,50±0,28a	95,00	3
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	7,75±0,62ab	77,50	2	10,00±0,00a	100,00	4	10,00±0,00a	100,00	4
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	6,75±1,49ab	67,50	2	8,25±1,03a	82,50	3	10,00±0,00a	100,00	4
triflumuron	0,007	0,00±0,00c	0,00	1	0,00±0,00bc	0,00	1	0,00±0,00d	0,00	1
zeta-cipermetrina	0,026	2,00±1,15c	20,00	1	2,25±1,31bc	22,50	1	3,50±1,44b	35,00	2

690 *c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; **Mortalidade corrigida por Schneider- Orelli; ***C= Classes da IOBC, 1= inócuo
691 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%); ¹Valor médio obtido de quatro repetições com
692 cinco casais cada. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, para cada período de avaliação, não diferem significativamente entre si pelo
693 teste de Scott-Knott (p>0,05).

ARTIGO 02 – Biocontrol Science and Technology

Seletividade de inseticidas a ovos e pupas dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* na cultura do trigo

RAFAEL ANTONIO PASINI, JULIANO DE BASTOS PAZINI, FRANCIELE SILVA
DE ARMAS, STEFÂNIA NUNES PIRES, LAURA GIACOBBO RIMOLI,
ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER

Seletividade de inseticidas a ovos e pupas dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* na cultura do trigo

Side effects of insecticides to eggs and pupae of *Chrysoperla externa* and *Eriopsis connexa* in the wheat crop

Rafael Antonio Pasini^{1*}, Juliano de Bastos Pazini¹, Franciele Silva de Armas¹, Stefânia Nunes Pires¹, Laura Giacobbo Rimoli¹, Anderson Dionei Grützmacher¹

¹*Department of Plant Protection, Federal University of Pelotas, postcode 96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil.*

***Corresponding author:**

Rafael Antonio Pasini,

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), postcode 96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil

E-mail: rafa.pasini@yahoo.com.br

Phone: +55 53 3275-7376

Acknowledgements

This research was supported by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq).

Running head: Side effects of insecticides on *Chrysoperla externa* and *Eriopsis connexa*

1 **Resumo** – O presente estudo avaliou 15 inseticidas registrados para a cultura do trigo
2 sobre os predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa*. Os inseticidas foram
3 pulverizados diretamente sobre ovos e pupas por meio de uma Torre de Potter
4 utilizando a máxima dosagem recomendada para a cultura do trigo. Foram avaliadas
5 a viabilidade de ovos e pupas, além da fecundidade e fertilidade de adultos emergidos
6 de pupas tratadas. Os inseticidas foram classificados conforme a escala de toxicidade
7 proposta pela IOBC. Quanto a seletividade aos ovos dos predadores, o inseticida
8 etofenproxi foi classificado como levemente nocivo (classe 2) a *C. externa*, sendo que
9 imidacloprido+beta-ciflutrina, diflubenzuron WP, tiametoxam+lambda-cialotrina A e B,
10 gama-cialotrina e etofenproxi apresentaram a mesma classificação para *E. connexa*,
11 tendo ainda metomil sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 3) aos
12 ovos do predador. Observando-se o efeito total dos inseticidas, imidacloprido+beta-
13 ciflutrina foi considerado como levemente nocivo (classe 2) as pupas de *C. externa*
14 enquanto imidacloprido+beta-ciflutrina, tiametoxam+lambda-cialotrina A e B e
15 lufenuron apresentaram efeito total superior a 30% e foram classificados como
16 levemente nocivos (classe 2) as pupas do predador *E. connexa*.

17 **Palavras-chave:** controle biológico, crisopídeo, joaninha, controle químico, manejo
18 integrado de pragas, *Triticum aestivum*.

19
20 **Abstract** – The present study evaluated fifteen insecticides registered for the wheat
21 cropping on the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa*. Insecticides
22 were sprayed on the eggs and pupae directly via a Potter Tower using the maximum
23 recommended dosage for the crop. It was evaluated the viability of the eggs and
24 pupae, as well as the fecundity and fertility of the adults emerged from treated pupae.
25 The insecticides were classified as the scale of toxicity proposed by IOBC. Regarding
26 the selectivity to eggs from the predators, the insecticide etofenproxi was classified as
27 slightly harmful (class 2) to *C. externa*, being that imidacloprid+beta-cyfluthrin,
28 diflubenzuron WG, thiamethoxam+lambda-cyhalothrin A and B, gamma-cyhalothrin
29 and etofenproxi showed the same rating for *E. connexa*, having also methomyl being
30 classified as moderately harmful (class 3) to the eggs of the predator. By observing
31 the total effect of the insecticides, imidacloprid+beta-cyfluthrin was considered slightly
32 harmful (class 2) to pupae of *C. externa* while imidacloprid+beta-cyfluthrin,

33 thiamethoxam+lambda-cyhalothrin A and B and lufenuron had total effect greater than
34 30% and were classified as slightly harmful (class 2) the pupae of *E. connexa*.

35 **Key words:** biological control, green lacewing, ladybird, chemical control, integrated
36 pest management, *Triticum aestivum*.

37

38

39 **Introdução**

40 Apesar dos avanços nos métodos de controle de insetos, os inseticidas ainda
41 são uma das ferramentas mais utilizadas mundialmente para o controle de
42 populações de insetos praga em cultivos anuais. Entretanto, os inseticidas são
43 responsáveis por muitos impactos negativos, como a ressurgência de pragas ou
44 surgimento de pragas secundárias, além de causar efeitos deletérios sobre os
45 inimigos naturais que coabitam os agroecossistemas (Ndakidemi et al., 2016).

46 Dentre os inimigos naturais sabe-se que um grande número de predadores
47 podem controlar insetos-praga na cultura do trigo como larvas de sirfídeos (Diptera:
48 Syrphidae), larvas de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) e larvas e adultos de
49 joaninhas (Coleoptera: Coccinellidae). Dentre os crisopídeos e joaninhas que
50 ocorrem na cultura do trigo destacam-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)
51 (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera:
52 Coccinellidae) como importantes predadores de insetos-praga especialmente do
53 complexo de pulgões que ocorre nessa cultura (Gassen, 1999; Moraes et al., 2004).

54 O crisopídeo *C. externa* e a joaninha predadora *E. connexa* e são comumente
55 encontrados em diversas culturas de importância agrícola (Picanço et al., 2007,
56 Venzon et al., 2009). O crisopídeo *C. externa* é um predador generalista que pode
57 se alimentar de ovos e pequenas larvas de lepidópteros, pulgões, cochonilhas,
58 moscas brancas e psilídeos (Auad et al., 2007; Pappas et al., 2011). Destaca-se
59 ainda que o uso de crisopídeos no Manejo Integrado de Pragas (MIP) tem
60 aumentado nas últimas décadas principalmente devido à sua voracidade e relati
61 tolerância a muitos inseticidas, especialmente durante as fases de larva e pupa
62 (Medina et al., 2003; Moura et al., 2009; Castilhos et al., 2014). A joaninha *E.*
63 *connexa* apresenta elevado potencial biótico, polifagia, e predação durante os
64 estágios larvais e adulto, o que constituem características importantes desse
65 predador no controle biológico dos insetos praga. No campo, joaninhas podem se
66 alimentar de pulgões, aleirodideos, cochonilhas, ácaros, ovos de insetos e larvas de

67 lepidópteros e coleópteros (Resende et al., 2015). Ainda, segundo Gassen (1988),
68 *E. connexa* é o mais voraz predador de pulgões na cultura do trigo, sendo capaz de
69 consumir 43 pulgões por dia.

70 O controle biológico, principalmente por conservação, tem sido considerado
71 um componente cada vez mais importante em programas de MIP sendo também
72 compatível com o uso de inseticidas de baixo risco. Uma das principais propostas do
73 MIP é a combinação de inseticidas seletivos com os agentes de controle biológico
74 (Reddy, 2016). No entanto, a avaliação dos efeitos dos inseticidas sobre os inimigos
75 naturais, tanto letais como subletais é essencial antes da implementação de um
76 programa de MIP (Desneux et al., 2007).

77 Os estágios de ovo e pupa, por serem imóveis e se localizarem muitas vezes
78 em locais desprotegidos, perto dos focos de infestação da praga, são expostos a
79 pulverizações diretas de inseticidas (Soares et al., 2002). Dessa forma, a
80 seletividade fisiológica de inseticidas sobre ovos e pupas se faz importante e
81 necessária, pois qualquer impacto drástico em um destes estágios pode inibir o ciclo
82 de desenvolvimento e impedir o estabelecimento de populações de *C. externa* e *E.*
83 *connexa* em lavouras de trigo.

84 No entanto, apesar da importância da seletividade na preservação do controle
85 biológico praticamente nada se conhece a este respeito na cultura do trigo.
86 Trabalhos envolvendo efeitos deletérios de inseticidas a predadores na cultura do
87 trigo foram realizados por Eichler & Reis (1976) utilizando-se *Cycloneda sanguinea*
88 (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) e *E. connexa*, porém os métodos
89 utilizados para a determinação da seletividade não se basearam em testes
90 padronizados como os propostos pela “International Organization for Biological and
91 Integrated Control of Noxious Animals and Plants” (IOBC). Ainda, o estudo foi
92 realizado na década de 70, sendo que uma gama de novos inseticidas foi lançada
93 no mercado ao longo desse período, sem qualquer informação quanto a seletividade
94 a *C. externa* e *E. connexa*.

95 Deste modo, pretende-se com este trabalho estudar a seletividade de
96 inseticidas utilizados na cultura do trigo sobre os estágios de ovo e pupa de *C.*
97 *externa* e *E. connexa* e os efeitos secundários dos mesmos nos parâmetros
98 reprodutivos dos adultos destes predadores utilizando a metodologia proposta pela
99 IOBC.

100 **Material e Métodos**

101 Os bioensaios foram conduzidos através de uma adaptação de metodologia,
102 proposta por Medina et al. (2003). Os ovos e pupas de *C. externa* e *E. connexa*
103 utilizados nos bioensaios foram oriundos de uma criação massal mantida em
104 laboratório (temperatura $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70\pm 10\%$ e fotofase 14 horas),
105 conforme metodologia proposta por Carvalho & Souza (2000) e Silva et al. (2009).
106 Para alimentação da fase larval de *C. externa* e larval e adulta de *E. connexa* foram
107 oferecidos ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae),
108 enquanto que, para os adultos de *C. externa*, foi oferecida uma dieta artificial
109 descrita por Vogt et al. (2000).

110 Ovos e pupas com aproximadamente 24 horas de idade foram diretamente
111 pulverizadas com inseticidas registrados e utilizados na cultura do trigo, utilizando-se
112 a máxima dosagem recomendada para a cultura (AGROFIT, 2015). Os inseticidas,
113 ingrediente ativo - produto comercial (máxima dosagem da formulação comercial
114 registrada para a cultura em L ou kg por ha^{-1} / concentração do ingrediente ativo na
115 calda, em %) avaliados foram: beta-ciflutrina – Turbo (0,100/0,002), diflubenzuron
116 SC – Difluchem 240 SC (0,100/0,012), diflubenzuron WP – Dimilin (0,100/0,012),
117 etofenproxi – Safety (0,500/0,075), gama-cialotrina – Nexide (0,015/0,001),
118 imidacloprido+beta-ciflutrina – Connect (0,750/0,037+0,004), lambda-cialotrina –
119 Karate 50 CS (0,100/0,002), lufenuron – Match EC (0,100/0,002), metomil – Lannate
120 (1,300/0,139), permetrina – Piredan (0,065/0,012), tiametoxam – Actara 250 WG
121 (0,075/0,009), tiametoxam+lambda-cialotrina A – Eforia (0,150/0,010+0,007),
122 tiametoxam+lambda-cialotrina B – Engeo Pleno (0,150/0,010+0,007), triflumuron –
123 Certero (0,030/0,007) e zeta-cipermetrina – Mustang 350 EC (0,150/0,026). Na
124 testemunha, ovos e pupas foram tratados via pulverização de água destilada. A
125 pulverização se deu através de uma torre de Potter, previamente calibrada para
126 realizar um depósito de calda de $2\pm 0,2\text{mg cm}^{-2}$.

127 No bioensaio com ovos, foram utilizadas quatro repetições com 24 ovos cada,
128 em um total de 96 ovos por tratamento, enquanto que, para pupas, foram utilizadas
129 quatro repetições com seis pupas cada, totalizando 24 pupas por tratamento
130 (Castilhos et al., 2014). Após a pulverização e secagem da calda, ovos e pupas
131 tratados foram individualizados e acondicionados em uma sala, ajustada para as
132 mesmas condições nas quais os insetos foram criados. Passados aproximadamente

133 cinco dias, a viabilidade de ovos foi avaliada e, conseqüentemente, a redução na
134 eclosão de larvas (R.E.L.), proporcionada por cada inseticida, foi calculada. Para
135 pupas, após aproximadamente uma semana, determinou-se a viabilidade e a
136 redução na emergência de adultos (R.E.A.) causada pelos inseticidas.

137 Os adultos emergidos de pupas tratadas foram avaliados quanto a possíveis
138 efeitos subletais na fecundidade e fertilidade. A fim de avaliar os referidos
139 parâmetros reprodutivos em *C. externa*, 7 a 11 casais de adultos foram agrupados
140 em gaiolas (15,5cm de altura x 18,5cm de diâmetro) e aproximadamente uma
141 semana após a observação das primeiras posturas foram coletadas quatro amostras
142 de ovos, correspondendo cada uma aos ovos depositados em um período de 24
143 horas. Para a avaliação dos parâmetros reprodutivos em *E. connexa* 7 casais de
144 adultos foram individualizados em potes (9cm de altura x 12cm de diâmetro), sendo
145 que uma semana após a observação das primeiras posturas, foram realizadas
146 coletas diárias dos ovos por um período de 10 dias consecutivos. A partir da
147 contagem dos ovos de *C. externa* e *E. connexa*, coletados diariamente foi possível a
148 determinação do número médio de ovos/fêmea/dia. Ainda, amostras dos ovos
149 coletados de ambos os predadores foram incubadas para determinação da
150 porcentagem média de eclosão das larvas em cada tratamento.

151 A redução na eclosão de larvas e a redução na emergência de adultos foram
152 corrigidas em função da testemunha pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener,
153 1981), e o efeito total de cada inseticida para pupas foi calculado por meio da
154 fórmula proposta por Vogt et al. (1992): $E = 100\% - (100\% - R.E.A\%) \times R1 \times R2$, em
155 que: E = efeito total (%); R.E.A.% = redução na emergência de adultos; R1 = razão
156 entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada e R2 =
157 razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não
158 tratada. Os inseticidas foram classificados para ovos em função da redução na
159 eclosão e, para pupas, em função do efeito total, de acordo com as classes de
160 toxicidade propostas pela IOBC, em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-
161 79%); 3) moderadamente nocivo (80-99%) e 4) nocivo (>99%).

162 Os dados referentes à viabilidade de ovos e pupas, assim como as médias de
163 fecundidade e fertilidade, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A
164 viabilidade média de ovos e pupas de cada tratamento foi comparada com a
165 testemunha pelo teste de Dunnett, enquanto a comparação das médias de

166 fecundidade e fertilidade se deu pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram
167 realizadas através do software estatístico Assistat - Versão 7.7 (Silva & Azevedo,
168 2016) - para uma probabilidade de erro de 5%.

169

170 **Resultados e Discussão**

171 A viabilidade média de ovos quando estes foram pulverizados com os
172 inseticidas variou de 41,66% para etofenproxi a 95,83% para diflubenzuron SC e
173 zeta-cipermetrina para *C. externa* (Figura 1) e entre 11,45% para metomil a 80,20%
174 para zeta-cipermetrina para o predador *E. connexa* (Figura 2). Os inseticidas
175 imidacloprido+beta-ciflutrina e etofenproxi apresentaram viabilidade média dos ovos
176 pulverizados significativamente inferior aos do tratamento testemunha ($F=15,58$,
177 $GL=15$, $p=0,0001$) para o predador *C. externa* (Figura 1). No caso do predador *E.*
178 *connexa* observou-se que os inseticidas diflubenzuron WP, etofenproxi, gama-
179 cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil, permetrina e tiametoxam+lambda-
180 cialotrina A e B reduziram significativamente a viabilidade dos ovos do predador em
181 relação ao tratamento testemunha ($F=18,93$, $GL=15$, $p=0,0001$) (Figura 2).

182 O inseticida etofenproxi foi o único que reduziu a eclosão de larvas de *C.*
183 *externa* em mais de 30%, sendo considerado levemente nocivo (classe 2) com uma
184 redução na eclosão larval de 53,12% (Tabela 1). Os inseticidas tiametoxam+lambda-
185 cialotrina B, diflubenzuron WP, tiametoxam+lambda-cialotrina A, gama-cialotrina,
186 imidacloprido+beta-ciflutrina e etofenproxi, foram considerados levemente nocivos
187 (classe 2) aos ovos de *E. connexa*, com uma redução na eclosão de larvas de 32,89;
188 36,84; 48,68; 50,00; 52,63 e 61,84% respectivamente (Tabela 2), sendo que
189 somente o inseticida metomil foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3)
190 com 85,52% de redução na eclosão de larvas. Todos os demais inseticidas
191 avaliados foram classificados como inócuos (classe 1) a ovos do predador, uma vez
192 que não reduziram a eclosão de larvas em mais de 30% (Tabela 2).

193 Grande parte dos inseticidas testados teve reduzido efeito sobre os ovos de
194 *C. externa*, inclusive aqueles considerados de amplo espectro de ação como
195 carbamato, piretroides e neonicotinoides, resultados que estão de acordo com os
196 obtidos por Carvalho et al. (2002) avaliaram a seletividade de cinco inseticidas de
197 diferentes grupos químicos sobre *C. externa*, e constataram que nenhum dos
198 inseticidas reduziu significativamente a viabilidade de ovos do predador. Outro

199 trabalho na mesma linha foi realizado por Castilhos et al. (2014) onde os autores
200 avaliaram a seletividade de nove inseticidas sobre os ovos de *C. externa* utilizados
201 na Produção Integrada de Pêssego e também constaram a ausência de efeito dos
202 mesmos sobre a viabilidade de ovos do predador. Para o neonicotinoide em mistura
203 com piretroide tiametoxam+lambdaciotalrina, Rugno et al. (2015) obtiveram uma
204 viabilidade de ovos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
205 Chrysopidae) 24 horas após a pulverização similar ao tratamento testemunha,
206 corroborando com os dados obtidos no presente estudo (Figura 1), onde não foi
207 observado efeito do inseticida. Nasreen et al. (2007) testaram o efeito dos inseticidas
208 lufenuron, beta-ciflutrina e metomil sobre os ovos do predador *Chrysoperla carnea*
209 (Stephens, 1836) (Chrysopidae: Neuroptera), e segundo os autores os inseticidas
210 apresentaram 6,91; 11,91 e 27,90% de mortalidade, respectivamente, dados esses
211 que corroboram com a ausência de efeito dos inseticidas sobre os ovos de *C.*
212 *externa* obtidos no presente estudo (Tabela 1).

213 Trabalhos envolvendo coccinelídeos foram realizados por Pedroso et al.
214 (2012), que avaliaram o efeito dos inseticidas triflumuron e imidacloprido+beta-
215 ciflutrina sobre a fase de ovo do predador *C. sanguinea*. Segundo os autores
216 triflumuron foi classificado como inócuo aos ovos do predador, já imidacloprido+beta-
217 ciflutrina reduziu em 100% a eclosão de larvas sendo considerado como nocivo
218 (classe 4) aos ovos do predador, dados esses que contrastam com os do presente
219 estudo onde foi obtida uma redução na eclosão de larvas de 52,63% para
220 imidacloprido+beta-ciflutrina, sendo o inseticida classificado como levemente nocivo
221 (classe 2) aos ovos de *E. connexa*. No entanto, o trabalho realizado por Eichler e
222 Reis (1976) demonstrou que existe toxicidade diferenciada entre os dois
223 coccinelídeos. Galvan et al. (2005) testaram o efeito de inseticidas utilizados em milho
224 doce e soja sobre pupas do predador *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera,
225 Coccinellidae), onde a viabilidade dos ovos tratados com o inseticida lambda-
226 cialotrina foi reduzida a zero, dados que não representam os que foram obtidos no
227 presente estudo onde o inseticida não reduziu a eclosão de larvas, sendo
228 considerado inócuo (classe 1) aos ovos de *E. connexa* (Tabela 2).

229 O córion, como é denominada a camada externa dos ovos de insetos,
230 apresenta normalmente textura rígida, e se constitui na principal barreira de proteção
231 do embrião contra inseticidas. O córion possui aberturas ou áreas especializadas

232 chamadas aerópilas, hidrópilas e micrópilas, as quais possibilitam as trocas
233 gasosas, hídricas e penetração do espermatozoide, respectivamente (Gallo et al.,
234 2002). Cabe ressaltar que, no presente estudo, a avaliação da toxicidade dos
235 inseticidas sobre ovos se restringiu à verificação da redução na eclosão das larvas,
236 porém possíveis efeitos subletais, como alterações na duração do período
237 embrionário e efeitos nocivos em larvas e adultos oriundos de ovos tratados, podem
238 influenciar no impacto de determinado inseticida sobre o estágio de ovo de *C.*
239 *externa* e *E. connexa* em lavouras de trigo.

240 Não foi observado efeito significativo dos inseticidas testados na viabilidade
241 pupal de *C. externa* ($F= 0,8207$, $GL=15$, $p=0,6504$) e *E. connexa* ($F=0,8629$, $GL=15$,
242 $p=0,6069$). Os valores obtidos para a viabilidade pupal variaram de 91,67% para o
243 inseticida tiametoxam+lambdaciotaltrina A (Figura 1) e de 95,46% para os
244 inseticidas diflubenzuron WP, imidacloprido+beta-ciflutrina, lufenuron,
245 tiametoxam+lambdaciotaltrina A para *E. connexa* (Figura 2), sendo que o restante
246 dos inseticidas testados teve 100% de viabilidade.

247 A ausência de efeito nocivo sobre a viabilidade das pupas de *C. externa* vai
248 ao encontro a trabalhos que reportam a tolerância do estágio de pupa de crisopídeos
249 a inseticidas (Godoy et al. 2004; Silva et al. 2006; Moura et al. 2009; Torres et al.
250 2013; Castilhos et al. 2014; Rugno et al. 2015). Godoy et al. (2004), ao avaliarem o
251 efeito de inseticidas utilizados nos citros sobre pupas de *C. externa*, obtiveram
252 mortalidades que variaram de 0,00 a 16,7%, e, assim como no presente estudo,
253 classificaram o inseticida lufenuron como inócuo. Do mesmo modo, Silva et al.
254 (2006) estudaram o efeito de inseticidas e beta-ciflutrina, sendo que pupas
255 pulverizadas com beta-ciflutrina tiveram uma sobrevivência de 97,5%, sobre pupas
256 do predador indo de encontro aos resultados obtidos no presente estudo (Tabela 1).
257 Torres et al. (2013) não encontraram diferenças significativas ao testar os inseticidas
258 profenofos/lufenuron e zeta-cipermetrina utilizados no cultivo do café sobre pupas do
259 predador *C. externa* em laboratório, sendo que os mesmos apresentaram viabilidade
260 pupal de 92,5 e 95%, respectivamente, sendo classificados como inócuos (classe 1).
261 Os mesmos não apresentaram efeito sobre a fecundidade e fertilidade das fêmeas
262 do predador. Moura et al. (2009) também observaram tolerância de pupas de *C.*
263 *externa* a inseticidas reforçando a compatibilidade deste inseticida quando
264 populações do predador se encontram no estágio de pupa em lavouras de trigo.

265 Outro trabalho na mesma linha foi realizado por Castilhos et al. (2014) onde os
266 autores avaliaram a seletividade de nove inseticidas sobre os ovos de *C. externa* e
267 também constaram a ausência de efeito dos mesmos sobre a fase de pupa do
268 predador. Em trabalho desenvolvido por Rugno et al. (2015) avaliaram a seletividade
269 de onze inseticidas sobre a fase de pupa do predador *C. cubana*. Segundo os
270 autores os inseticidas imidacloprido SC, imidacloprido WG, lamba-
271 cialotrina+tiametoxam e tiametoxam foram considerados inócuos as pupas do
272 predador.

273 De acordo com Cosme et al. (2009), micrografias eletrônicas de varredura do
274 casulo de seda de pupas de *C. externa* revelaram que este apresenta diversos
275 orifícios com aproximadamente 6 µm de diâmetro, por onde ocorre a respiração do
276 inseto e possivelmente onde os inseticidas podem penetrar e atingir o inseto em seu
277 interior. No entanto como pode-se perceber no presente estudo, possivelmente os
278 inseticidas não foram capazes de penetrar por essa barreira, assim, não atingindo o
279 inseto e reduzindo desse modo a emergência de adultos de *C. externa* (Tabela 1).

280 A ausência de efeito sobre a viabilidade de pupas tratadas com os inseticidas
281 para *E. connexa*, sugere que a morfologia da pupa serviu como barreira a
282 penetração dos inseticidas, assim protegendo o desenvolvimento dos insetos
283 (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com os de Youn et al. (2003) que
284 constataram que os inseticidas etofenproxi, imidacloprido e tiametoxam sobre o
285 predador *H. axyridis* não apresentaram efeito sobre a sobrevivência de adultos
286 advindos de pupas tratadas com inseticidas. Ruiz-Sánchez et al. (2010) testaram o
287 efeito de diflubenzuron sobre o predador *H. axyridis* e obtiveram sobrevivência pupal
288 semelhante ao tratamento controle. Pedroso et al. (2011) avaliaram o efeito dos
289 inseticidas triflumuron e imidacloprido+beta-ciflutrina sobre a fase de pupa do
290 predador *C. sanguinea*. O inseticida triflumuron não afetou a viabilidade de pupas de
291 *C. sanguinea*, apresentando viabilidade de 96% de pupas semelhante ao presente
292 estudo onde triflumuron teve 100% de viabilidade pupal para *E. connexa* (Tabela 2).
293 No entanto imidacloprido+beta-ciflutrina demonstrou alta toxicidade para as pupas
294 de *C. sanguinea* com uma viabilidade pupal de apenas 10% diferindo dos dados
295 obtidos no presente estudo onde a viabilidade pupal foi de 95,84% para o inseticida
296 (Tabela 2). Da mesma forma diferindo do presente estudo, Galvan et al. (2005)
297 testaram o efeito de inseticidas utilizados em milho doce e soja sobre pupas do

298 predador *H. axyridis*, onde constataram que a emergência de adultos de pupas
299 tratadas com o inseticida lambda-cialotrina foi afetada pelo inseticida ocasionando a
300 total mortalidade das pupas.

301 Em se tratando dos parâmetros reprodutivos, a fecundidade dos adultos de *C.*
302 *externa* emergidos de pupas pulverizadas com os inseticidas foi significativamente
303 inferior a testemunha para o inseticida imidacloprido+beta-ciflutrina, no entanto
304 observou-se também que os inseticidas etofenproxi, diflubenzuron SC,
305 tiametoxam+lambda-cialotrina A e zeta-cipermetrina ($F=7,29$; $GL=15$; $p=0,0001$)
306 obtiveram valores de fecundidade superior ao tratamento testemunha. Constatou-se
307 ainda que os inseticidas beta-ciflutrina, diflubenzuron WP, imidacloprido+beta-
308 ciflutrina, lambda-cialotrina, lufenuron, metomil, permetrina, tiametoxam+lambda-
309 cialotrina A e B, e triflumuron reduziram significativamente a fertilidade dos ovos do
310 predador ($F=15,51$; $GL=15$; $p=0,0001$) (Tabela 1). Para o predador *E. connexa*, foi
311 constatado que diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, imidacloprido+beta-ciflutrina,
312 lufenuron e tiametoxam+lambda-cialotrina A e B diferiram significativamente do
313 tratamento testemunha quanto a fecundidade ($F=2,08$; $GL=15$; $p=0,021$),
314 apresentando valores médios de ovos por fêmea inferiores ao tratamento
315 Testemunha (Tabela 2). No entanto, a fertilidade das fêmeas de *E. connexa*
316 oriundas de pupas tratadas com os inseticidas não diferiu significativamente do
317 tratamento testemunha ($F=1,27$; $GL=15$; $p=0,24$), demonstrando a ausência de efeito
318 nocivo dos inseticidas.

319 Apesar de alguns inseticidas terem reduzido significativamente a fecundidade
320 e fertilidade de adultos *C. externa* emergidos de pupas tratadas em comparação
321 com a testemunha (Tabela 1), pode-se perceber que somente o inseticida
322 imidacloprido+beta-ciflutrina teve um efeito total superior a 30%. No caso de *E.*
323 *connexa* apesar de alguns produtos terem diferido significativamente na fecundidade
324 do predador, não foi observado efeito significativo na fertilidade dos ovos do mesmo.
325 Esse fato é de suma importância quando se pensa na viabilização do controle
326 biológico exercido por *C. externa* e *E. connexa* em lavouras de trigo onde o controle
327 químico é realizado, pois populações de inimigos naturais podem sucumbir não só
328 em função da mortalidade ocasionada, mas também devido aos efeitos subletais
329 que afetem a fisiologia ou o comportamento do inseto (Desneux et al. 2007).

330 Resultados obtidos por Moura et al. (2009) e Castilhos et al. (2014) também
331 destacam a ausência de efeito nos parâmetros reprodutivos de *C. externa*, visto que
332 a maioria dos inseticidas avaliados pelos autores não afetou a capacidade de
333 oviposição de *C. externa* oriundas de pupas tratadas. Com relação a joaninhas,
334 Pedroso et al. (2011) também não obteve qualquer efeito sobre a fecundidade e
335 fertilidade quando pupas de *C. sanguinea* foram pulverizadas com triflumuron. Uma
336 vez que o casulo de seda atua como uma barreira física, a exposição do inseto aos
337 inseticidas no interior da pupa se torna pouco provável, porém esta pode ocorrer na
338 ocasião da emergência, quando o inseto adulto já formado rompe o casulo e assim
339 entra em contato com resíduos depositados na parte externa do casulo. No entanto,
340 esta possível exposição não foi suficiente para causar efeitos subletais nos
341 processos reprodutivos dos adultos dos predadores para a maioria dos inseticidas.

342 Com relação ao efeito total gerado pelos inseticidas testados para *C. externa*,
343 somente imidacloprido+beta-ciflutrina apresentou efeito total superior a 30% sendo
344 classificado como levemente nocivo ao respectivo predador (Tabela 1). Para a
345 joaninha predadora, tiametoxam+lambdacialotrina B, imidacloprido+beta-ciflutrina,
346 lufenuron e tiametoxam+lambdacialotrina A foram considerados como levemente
347 nocivos (classe 2) ao predador *E. connexa* com um efeito total de 31,80; 32,70;
348 34,49 e 40,06%, respectivamente (Tabela 2). Os demais inseticidas foram
349 considerados inócuos (classe 1) a pupas de ambos os predadores, com um efeito
350 total inferior a 30%. Somente imidacloprido+beta-ciflutrina apresentou efeito total
351 calculado superior a 30%, devido aos efeitos subletais detectados, afetando a
352 fecundidade e fertilidade das fêmeas de *C. externa* (Tabela 1), e mais drasticamente
353 a fecundidade das fêmeas de *E. connexa* (Tabela 2).

354 As propriedades físico-químicas dos inseticidas, juntamente com a barreira
355 física protetora dos estágios de ovo e pupa são determinantes para a baixa
356 toxicidade observada para a maioria dos inseticidas testados sobre estes estágios
357 de desenvolvimento. Grande parte dos inseticidas, inclusive os neurotóxicos, que
358 são considerados de amplo espectro de ação, não se mostraram tóxicos, em função
359 de suas formulações não serem capazes de vencer a proteção do córion dos ovos e
360 das pupas, principalmente no caso de *C. externa* onde somente etofenprox reduziu
361 a eclosão de larvas em mais que 30%. Nesse sentido, *E. connexa* foi mais afetada,
362 principalmente na fase de ovo, onde os inseticidas neurotóxicos apresentaram

363 efeitos mais acentuados, principalmente aqueles em mistura como
364 imidacloprido+beta-ciflutrina e tiametoxam+lambda-cialotrina A e B, fato esse que
365 também se repetiu na fase de pupa do predador para os mesmos inseticidas (Tabela
366 2).

367 Uma das possíveis explicações para esse fato pode ser atribuída ao
368 coeficiente de partição octanol-água das moléculas (log Kow) em conjunto com as
369 características do ovo de cada predador. Valores elevados de log kow conferem
370 maior lipofilicidade e facilitam a penetração de uma maior quantidade do inseticida
371 através do córion do ovo e sua translocação para o sítio de ação (Hoffmann et al.,
372 2008). Os inseticidas diflubenzuron WP, etofenproxi, gama-cialotrina, beta-ciflutrina,
373 permetrina e lambda-cialotrina A e B, que afetaram os ovos de *E. connexa* (Figura 2)
374 apresentam valores elevados de log kow das moléculas (3,89; 7,00; 7,00; 5,95; 6,50;
375 7,00 e 7,00, respectivamente). Apesar de imidacloprido e tiametoxam apresentarem
376 um menor coeficiente de partição (0,57 e 0,13, respectivamente) os seus pares nas
377 misturas, beta-ciflutrina e lambda-cialotrina apresentam log kow elevado (5,95 e
378 7,00, respectivamente), o que certamente pode ter conferido maior toxicidade aos
379 inseticidas. Metomil apesar de ter um valor baixo de log kow (0,60), apresenta efeito
380 ovicida sobre coccinelídeos conforme demonstrado por David & Horsburgh (1985)
381 para *Stethorus punctum* (LeConte, 1852) (Coleoptera: Coccinellidae). Os autores
382 também atestaram que os ovos de *Chrysopa* spp. não foram afetados pelo
383 inseticida, demonstrando que existe diferença quanto a suscetibilidade dos ovos a
384 inseticidas entre as duas espécies.

385 Com base na importância dos predadores *E. connexa* e *C. externa* para o
386 controle biológico, a tolerância de ovos e pupas destas espécies a maioria dos
387 inseticidas avaliados se constitui em fato relevante para a manutenção da população
388 natural dos predadores em lavouras de trigo, contribuindo consideravelmente para o
389 MIP na cultura. Diante destas informações, a utilização dos inseticidas que se
390 mostraram inócuos pode ser recomendada, e deve ser priorizada, principalmente em
391 épocas onde os estágios de ovo ou pupa dos predadores predominam no cultivo.

392

393

394

395

396 **Agradecimentos**

397 Esta pesquisa tem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
398 de Nível Superior (CAPES) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
399 Tecnológico (CNPq)

400

401 **Referências**

402 Agrofit (2015) Sistema de inseticidas fitossanitários. Disponível em: Retrieved from
403 http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons

404

405 Auad, A.M., Carvalho, C.F., Souza, B., Simões, A.D., Oliveira, S.A., Braga, A.L.F.,
406 Ferreira, R.B. (2007) Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de
407 *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, 29,
408 29–32.

409

410 Carvalho, C.F., Souza, B. (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In:
411 Bueno, V.H.P. (Ed.). Controle biológico de pragas: produção massal e controle de
412 qualidade. Lavras, Brazil, pp.91-109.

413

414 Castilhos, R.V., Grützmacher, A.D., Siqueira, P.R.B., Moraes, I.L., Gauer, C.J. (2014)
415 Seletividade de inseticidas utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do
416 predador *Chrysoperla externa*. *Ciência Rural*, 44, 1921-1928.

417 Cosme, L.V., Carvalho, G.A., Moura, A.P., Parreira, D.S. (2009) Toxicidade de óleo
418 de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera:
419 Chrysopidae). *Arquivos do Instituto Biológico*, 76, 233-238.

420

421 David, P.J., Horsburgh, R.L. (1985) Ovicidal activity of methomyl on eggs of pest and
422 beneficial insects and mites associated with apples in Virginia. *Journal of Economic
423 Entomology*, 78, 432-436.

424

425 Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.M. (2007) Sublethal effects of pesticides on
426 beneficial arthropods. *Annual Review of Entomology*, 52, 81-106.

427

- 428 Eichler, M.R., Reis, E.M. (1976) Seletividade fisiológica de inseticidas aos
429 predadores de afídios: *Cycloneda sanguinea* L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ.,
430 1824) (Coleoptera - Coccinellidae). Passo Fundo, Brazil, 24 pp.
431
- 432 Gallo, D., Nakano, O., Carvalho, R.P.L., Baptista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P.,
433 Zucchi, R.A., Alves, S.B., Vendramim, J.D., Marchini, L.C., Lopes, J.R.S., Omoto, C.
434 (2002) Entomologia agrícola. Piracicaba, Brazil, 920 pp.
435
- 436 Galvan, T.L., Koch, R.L., Hutchison, W.D. (2005) Toxicity of commonly used
437 insecticides in sweet corn and soybean to multicolored asian lady beetle (Coleoptera:
438 Coccinellidae). *Journal of Economic Entomology*, 98, 780-789.
439
- 440 Gassen, D.N. (1988) Controle biológico de pulgões em trigo. Passo Fundo, Brazil, 12
441 pp.
442
- 443 Gassen, D.N. (1999) Controle biológico de pulgões de trigo no Brasil. Retrieved
444 from: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co15.htm
445
- 446 Godoy, M.S., Carvalho, G.A., Moraes, J.C., Cosme, L.V., Goussain, M.M., Carvalho,
447 C.F., Morais, A.A. (2004) Seletividade de seis inseticidas utilizados em citros a pupas
448 e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical*
449 *Entomology*, 33, 359-364.
- 450 Hoffmann, E.J., Middleton, S.M., Wise, J.C. (2008) Ovicidal activity of
451 organophosphate, oxadiazine, neonicotinoid and insect growth regulator chemistries
452 on northern strain plum curculio, *Conotrachelus nenuphar*. *Journal of Insect Science*,
453 8, 1–6.
454
- 455 Medina, P., Budia, F., Estal, E.P., Del Adán, A., Viñuela, E. (2003) Side effects of six
456 insecticides on different developmental stages of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera:
457 Chrysopidae). *IOBC/WPRS Bulletin*, 26, 33-40.
458
459

- 460 Moraes, J.C., Goussain, M.M., Basagli, M.A.B., Carvalho, G.A., Ecole, C.C., Sampaio,
461 M.V. (2004) Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the Gressnbug
462 *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies,
463 *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck
464 (Hymenoptera: Aphidiidae). *Neotropical Entomology*, 33, 619-624.
- 465
- 466 Moura, A.P., Carvalho, G.A., Lasmar, O., Moscardini, V.F., Rezende, D.T. (2009)
467 Efeitos da aplicação de inseticidas utilizados na produção integrada de maçã sobre
468 pupas de *Chrysoperla externa*. *Ciência Rural*, 39, 2285-2292.
- 469
- 470 Nasreen, A., Ashfaq, M., Mustafa, G., Khan, R.R. (2007) Mortality rates of five
471 commercial insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Chrysopidae:
472 Neuroptera). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44, 266-271.
- 473
- 474 Ndakidemi, B., Mtei, K., Ndakidemi, P.A. (2016) Impacts of synthetic and botanical
475 pesticides on beneficial insects. *Agricultural Sciences*, 07, 67453-67459.
- 476
- 477 Pappas, M.L., Broufas, G.D., Koveos, D.S. (2011) Chrysopid predators and their role
478 in biological control. *Journal of Entomology*, 8, 301–326.
- 479
- 480 Pedroso, E.C., Carvalho, G.A., Leite, M.I.S., Rezende, D.T. (2011) Seletividade de
481 inseticidas utilizados no algodoeiro sobre pupas e adultos da joaninha *Cycloneda*
482 *sanguinea* (Linnaeus, 1763). *Arquivos do Instituto Biológico*, 78, 573-584.
- 483
- 484 Pedroso, E.C., Carvalho, G.A., Leite, M.I.S., Rezende, D.T., Moura, A.P. (2012)
485 Seletividade de inseticidas utilizados na cultura algodoeira a ovos e larvas de
486 terceiro instar de *Cycloneda sanguinea*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 79, 61-68.
- 487
- 488 Picanço, M.C., Bacci, L., Crespo, A.L.B., Miranda, M.M.M., Martins, J.C. (2007)
489 Effect of integrated pest management practices on tomato production and
490 conservation of natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 9, 327-335.
- 491
- 492 Püntener, W. (1981) Manual for field trials in plant protection. 2.ed. Ciba-Geigy,
493 Basle, Switzerland, 205 pp.

- 494 Reddy, P.P. (2016) Selective pesticides in IPM. In: Reddy, P.P. (Ed.), Sustainable
495 crop protection under protected cultivation. Singapore: Springer, pp. 121-131.
496
- 497 Resende, A.L.S., Ferreira, R.B., Silveira, L.C.P., Pereira, L.P.S., Landim, D.V.,
498 Carvalho, C.F. (2015) Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar,
499 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro
500 (*Coriandrum sativum* L.). *Entomotropica*, 30, 12-19.
501
- 502 Rugno, G.R., Zanardi, O.Z., Yamamoto, P.T. (2015) Are the pupae and eggs of the
503 lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides?
504 *Journal of Economic Entomology*, 108, 2630-2639.
- 505
- 506 Ruiz-Sánchez, E., Caamal-Eb, L., Cristóbal-Alejo, J., Munguía-Rosale, R., Pérez-
507 Gutiérrez, A. (2010) Survivorship and development of immature *Harmonia axyridis*
508 Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) exposed to diflubenzuron. *Agrociencia*, 44, 373-
509 379.
- 510
- 511 Soares, J.J., Sobrinho, F.P.C., Silva, M.S. (2002) Fatores que afetam a predação de
512 *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). Campina Grande, Brazil, 30 pp.
513
- 514 Silva, F.A.S., Azevedo, C.A.V. (2016) The assistat software version 7.7 and its use in
515 the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11, 3733-
516 3740.
- 517
- 518 Silva, R.A., Carvalho, G.A., Carvalho, C.F., Reis, P.R., Souza, B., Pereira, A.M.A.R.
519 (2006) Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e
520 adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência*
521 *Rural*, 36, 8-14.
522
- 523 Silva, R.B., Zanuncio, J.C., Serrao, J.E., Lima, E.R., Figueiredo, M.L.C., Cruz, I.
524 (2009) Suitability of different artificial diets for development and survival of stages of
525 the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. *Phytoparasitica*, 37, 115-123.
526

527 Torres, A. F., Santacecilia, L.V.C., Moscardini, V.F., Carvalho, G.A. (2013) Selectivity of
528 seven insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera:
529 Chrysopidae). *Revista Colombiana de Entomologia*, 39, 34-39.

530

531 Venzon, M., Lemos, F., Sarmiento, R. A., Rosado, M. C., Pallini, A. (2009) Predação
532 por coccinelídeos e crisopídeo influenciada pela teia de *Tetranychus evansi*.
533 *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44, 1086-1091.

534

535 Vogt, H., Bigler, F., Brown, K., Candolfi, M.P., Kemmeter, F., Kühner, C., Moll, M.,
536 Travis, A., Ufer, A., Viñuela, E., Wladburger, M., Waltersdorfer, A. (2000) Laboratory
537 method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea*
538 (Neuroptera: Chrysopidae). In: Candolfi, M.P., Blumel, S., Forster, R., Bakker, F.M.,
539 Grimm, C., Hassan S.A., Heimbach, U., Mead-Briggs, M.A., Reber, B., Schmuck, R.,
540 Vogt, H. (Eds.). Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-
541 target arthropods. Reinheim, Germany, pp. 27-44.

542

543 Vogt, H., Rumpf, S., Wetzels, C., Hassan, S.A. (1992) A field method for testing effects
544 of pesticides on the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph. *IOBC/WPRS Bulletin*,
545 15, 176-182.

546

547 Youn, Y.N., Seo, M.J., Shin, J.G., Jang, C., Yu, Y.M. (2003) Toxicity of greenhouse
548 pesticides to multicolored Asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera:
549 Coccinellidae). *Biological Control*, 28, 164-170.

550

551

552

553

554

555

556

557

558

559

560 **Tabela 1** – Redução na eclosão de larvas e na emergência de adultos de *Chrysoperla*
 561 *externa* para inseticidas registrados para a cultura do trigo, seu efeito sobre a
 562 fecundidade e fertilidade (\pm EP) de adultos emergidos, efeito total e classificação de
 563 toxicidade conforme a IOBC.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Ovos		Pupas					
		R.E.L. ²	C ³	R.E.A. ⁴	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ⁵	C ³	
beta-ciflutrina	0,002	3,12	1	4,16	23,84 \pm 1,23b	86,38 \pm 1,45b	7,38	1	
diflubenzuron SC	0,012	0,00	1	0,00	29,91 \pm 0,67a	97,91 \pm 1,20a	0,00	1	
diflubenzuron WP	0,012	2,08	1	0,00	25,13 \pm 0,93b	83,62 \pm 1,17b	0,00	1	
etofenproxi	0,075	53,12	2	0,00	30,85 \pm 1,77a	98,95 \pm 1,04a	0,00	1	
gama-cialotrina	0,001	1,04	1	0,00	25,90 \pm 0,74b	98,95 \pm 1,04a	0,00	1	
imidacloprido+	0,037+	25,00	1	0,00	19,53	1,03 \pm c	86,45 \pm 2,62b	31,86	2
lambda-cialotrina	0,004								
lambda-cialotrina	0,002	5,20	1	0,00	24,33 \pm 1,42b	86,80 \pm 3,18b	10,93	1	
lufenuron	0,002	0,00	1	0,00	25,21 \pm 0,68b	83,67 \pm 0,98b	13,88	1	
metomil	0,139	3,12	1	4,16	23,16 \pm 0,85b	81,81 \pm 0,89b	9,09	1	
permetrina	0,012	0,00	1	0,00	26,27 \pm 0,43b	86,77 \pm 0,85b	0,00	1	
tiametoxam	0,009	6,25	1	0,00	24,14 \pm 0,56b	97,91 \pm 2,08a	4,63	1	
tiametoxam+	0,010+	4,16	1	8,33	28,45 \pm 1,33a	84,03 \pm 1,78b	8,81	1	
lambda-cialotrina A	0,007								
tiametoxam+	0,010+	6,25	1	0,00	26,35 \pm 1,16b	87,98 \pm 2,42b	16,38	1	
beta-ciflutrina b	0,007								
triflumurom	0,007	1,04	1	0,00	24,91 \pm 1,09b	81,27 \pm 1,13b	12,59	1	
zeta-cipermetrina	0,026	7,29	1	0,00	29,28 \pm 0,78a	97,91 \pm 1,20a	0,00	1	
Testemunha	---	---	---	0,00	25,59 \pm 1,01b	96,87 \pm 1,99a	---	---	

564 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²R.E.L. = Redução na eclosão
 565 de larvas corrigida por Schneider-Orelli (%); ³C = Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%),
 566 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).
 567 ⁴R.E.A. = Redução na emergência de adultos corrigida por Schneider-Orelli (%); ⁵E =
 568 Efeito total (%); *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem
 569 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). (Fecundidade: F=7,29; GL=15;
 570 p=0,0001; Fertilidade: F=15,51; GL=15; p=0,0001)

571

572

573

574

575

576

577

578

579 **Tabela 2** – Redução na eclosão de larvas e na emergência de adultos de *Eriopis*
 580 *connexa* para inseticidas registrados para a cultura do trigo, seu efeito sobre a
 581 fecundidade e fertilidade (\pm EP) de adultos emergidos, efeito total e classificação de
 582 toxicidade conforme a IOBC.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Ovos		Pupas				
		R.E.L. ²	C ³	R.E.A. ⁴	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ⁵	C ³
beta-ciflutrina	0,002	14,47	1	0,00	35,20 \pm 2,99a	83,71 \pm 2,62a	0,00	1
diflubenzuron SC	0,012	2,63	1	0,00	22,65 \pm 2,08b	84,44 \pm 3,02a	26,50	1
diflubenzuron WP	0,012	36,84	2	4,16	25,57 \pm 3,83b	87,78 \pm 2,97a	17,31	1
etofenproxi	0,075	61,84	2	0,00	29,15 \pm 3,91a	83,43 \pm 2,78a	6,53	1
gama-cialotrina	0,001	50,00	2	0,00	31,75 \pm 1,97a	84,57 \pm 2,72a	0,00	1
imidacloprido+ beta-ciflutrina	0,037+ 0,004	52,63	2	4,16	23,00 \pm 4,44b	79,44 \pm 2,42a	32,70	2
lambda-cialotrina	0,002	1,31	1	0,00	32,64 \pm 5,90a	85,22 \pm 2,40a	0,00	1
lufenuron	0,002	10,52	1	4,54	22,17 \pm 3,15b	80,53 \pm 2,94a	34,49	2
metomil	0,139	85,52	3	0,00	33,87 \pm 1,82a	91,39 \pm 1,80a	0,00	1
permetrina	0,012	27,63	1	0,00	30,83 \pm 2,03a	85,49 \pm 1,45a	0,00	1
tiametoxam	0,009	22,66	1	0,00	31,10 \pm 3,56a	75,00 \pm 4,04a	10,36	1
tiametoxam+ lambda-cialotrina A	0,010+ 0,007	48,68	2	4,16	21,42 \pm 3,21b	75,95 \pm 2,16a	40,06	2
tiametoxam+ lambda-cialotrina B	0,010+ 0,007	32,89	2	0,00	22,04 \pm 2,44b	80,50 \pm 3,80a	31,80	2
triflumurom	0,007	9,21	1	0,00	34,72 \pm 7,19a	77,24 \pm 2,22a	0,00	1
zeta-cipermetrina	0,026	0,00	1	0,00	37,80 \pm 2,49a	85,39 \pm 2,76a	0,00	1
Testemunha	---	---	---	0,00	30,08 \pm 4,43a	86,52 \pm 1,94a	---	---

583 ¹c.i.a.(%) = Concentração de ingrediente ativo na calda; ²R.E.L. = Redução na eclosão
 584 de larvas corrigida por Schneider-Orelli (%); ³C = Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%),
 585 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).
 586 ⁴R.E.A. = Redução na emergência de adultos corrigida por Schneider-Orelli (%); ⁵E =
 587 Efeito total (%); *Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem
 588 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). (Fecundidade: F=2,08; GL=15;
 589 p=0,021; Fertilidade: F=1,27; GL=15; p=0,24)

590

591

592

593

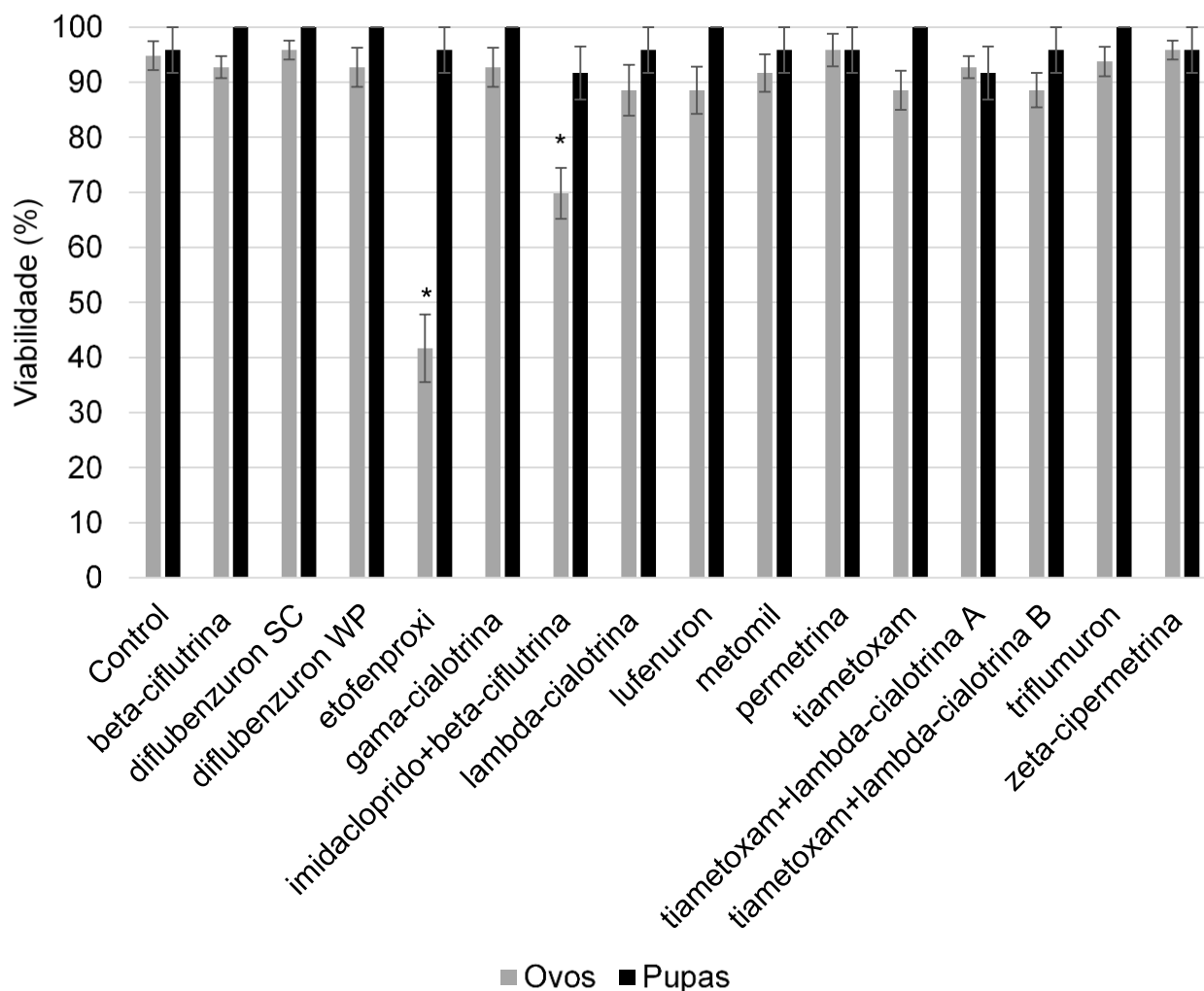


Figura 1. Viabilidade de ovos e pupas (\pm EP) de *Chrysoperla externa* pulverizados com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

(Ovos: $F=15,58$; $GL=15$; $p=0,0001$; Pupas: $F=0,8207$; $GL=15$; $p=0,6504$).

594

595

596

597

598

599

600

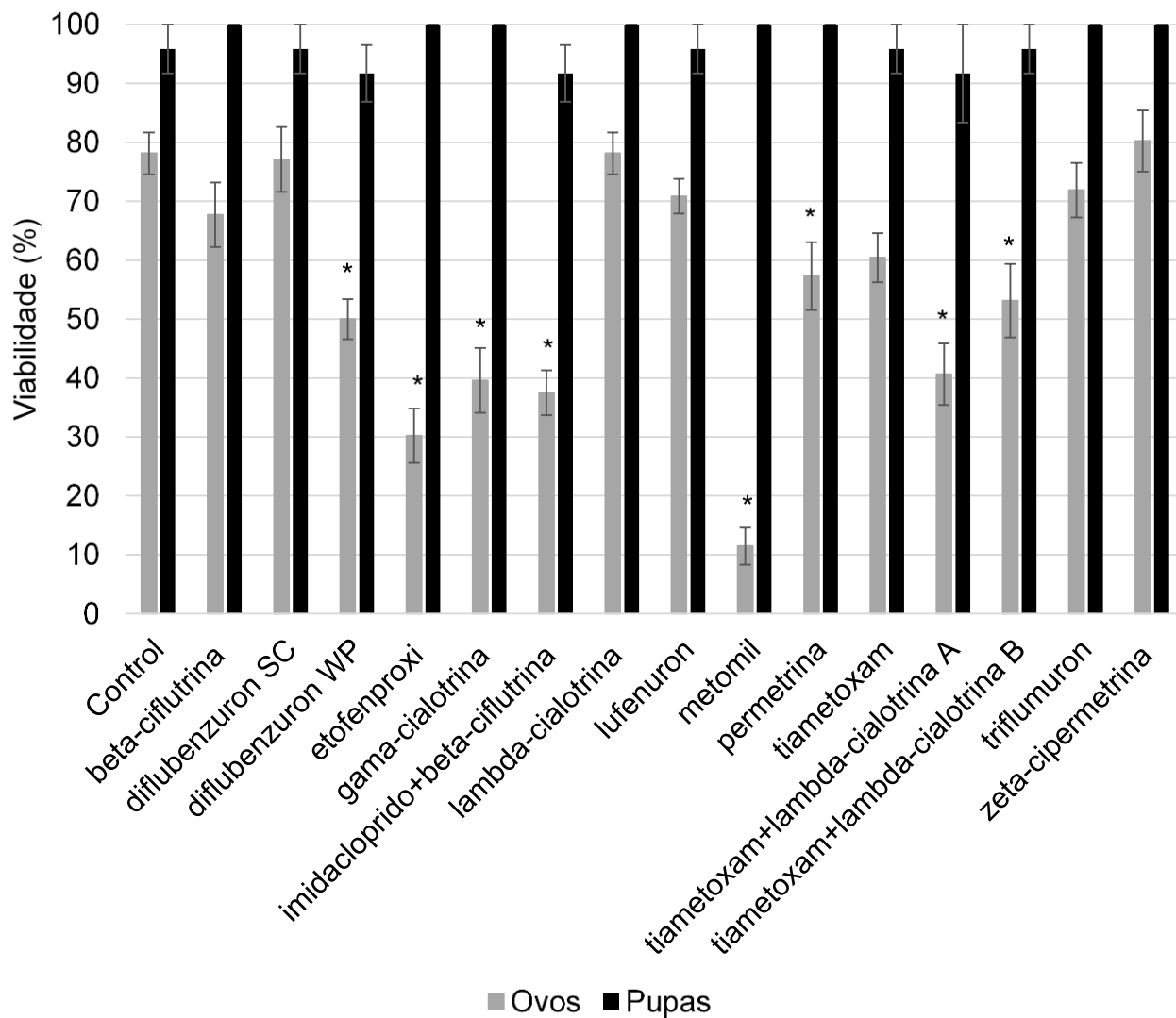


Figura 2. Viabilidade de ovos e pupas (\pm EP) de *Eriopsis connexa* pulverizados com inseticidas registrados para a cultura do trigo.

*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

(Ovos: $F=18,93$; $GL=15$; $p=0,0001$; Pupas: $F=0,8629$; $GL=15$; $p=0,6069$).

601

602

603

604

ARTIGO 03 – Neotropical Entomology

Persistência de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e adultos dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* em condições de casa-de-vegetação

RAFAEL ANTONIO PASINI; JULIANO DE BASTOS PAZINI; MATHEUS RAKES; FRANCIELE SILVA DE ARMAS; FLÁVIO DO AMARAL BUENO; ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER;

Correspondence to:

Rafael Antonio Pasini,

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM),

Departamento de Fitossanidade (DFs)

Campus universitário, s/n

Caixa Postal 354

96010-900, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil

PHONE: +55 (53) 3275-7376,

FAX: +55 (53) 3275-9031.

Pest Management

Persistência de inseticidas registrados para a cultura do trigo sobre larvas e adultos dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa* em condições de casa-de-vegetação

Persistence of insecticides registered to wheat crop on larvae and adults of the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa* in green house conditions

RA PASINI¹, J de B PAZINI¹, M RAKES¹, FS de ARMAS¹, FA BUENO¹, AD GRÜTZMACHER¹

¹Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM),
Departamento de Fitossanidade (DFs)

Running head: Persistence of insecticides to *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa*

1 **Resumo** – O presente trabalho avaliou a persistência dos inseticidas gama-cialotrina,
2 imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil, tiametoxam e tiametoxam+lambda-cialotrina sobre
3 larvas e adultos dos predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa*. Plantas de feijão de
4 vagem foram pulverizadas até o ponto de escorrimento com os inseticidas nas doses máximas
5 registradas para a cultura do trigo. Semanalmente, aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a
6 pulverização, larvas e adultos do predador foram expostos a folhas contendo os resíduos
7 secos dos inseticidas para determinação da persistência dos inseticidas. Em função da
8 mortalidade observada ao longo dos bioensaios, os inseticidas foram classificados de acordo
9 com a escala de persistência proposta pela International Organization for Biological and
10 Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC). Com exceção de
11 tiametoxam+lambda-cialotrina que foi moderadamente persistente (classe 3) a larvas de *C.*
12 *externa* e *E. connexa*, todos os outros inseticidas testados foram persistentes (classe 4) as
13 larvas de ambos os predadores. Gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil
14 foram persistentes (classe 4) a *C. externa* e imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil aos
15 adultos de *E. connexa*. Tiametoxam foi considerado moderadamente persistente (classe 3) a
16 *C. externa* e gama-cialotrina, tiametoxam e tiametoxam+lambda-cialotrina a *E. connexa*. O
17 inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina foi levemente persistente (classe 2) aos adultos de
18 *C. externa*. A fase larval de *C. externa* e *E. connexa* foi mais afetada pelos inseticidas que a
19 fase adulta.

20 **Palavras chave:** Crisopídeo, coccinelídeo, controle biológico, controle químico, *Triticum*
21 *aestivum*.

22
23 **Abstract** – This study evaluated the persistence of the insecticides gamma-cyhalothrin,
24 imidacloprid+beta-cyfluthrin, methomyl, thiamethoxam and thiamethoxam+lambda-
25 cyhalothrin on larvae and adults of the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa*.

26 Pod bean plants were sprayed to the runoff point with the insecticides at the maximum doses
27 recorded for the wheat crop. Weekly, at 3, 10, 17, 24 and 31 days after spraying, larvae and
28 adults of the predators were exposed to leaves containing the dry residues of the insecticides
29 to determine the persistence of the insecticides. Due to the mortality observed throughout the
30 bioassays, the insecticides were classified according to the persistence scale proposed by the
31 International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and
32 Plants (IOBC). With the exception of thiamethoxam+lambda-cyhalothrin that was
33 moderately persistent (class 3) to larvae of *C. externa* and *E. connexa*, all other insecticides
34 tested were persistent (class 4) larvae of both predators. Gamma-cyhalothrin,
35 imidacloprid+beta-cyfluthrin and methomyl were persistent (class 4) to *C. externa* and
36 imidacloprid+beta-cyfluthrin and methomyl to adults of *E. connexa*. Thiamethoxam was
37 considered moderately persistent (class 3) to *C. externa* and gamma-cyhalothrin,
38 thiamethoxam and thiamethoxam+lambda-cyhalothrin to *E. connexa*. The insecticide
39 thiamethoxam+lambda-cyhalothrin was slightly persistent (class 2) to *C. externa* adults. The
40 larval phase of *C. externa* and *E. connexa* was more affected by insecticides than the adult
41 phase.

42 **Key words:** Crisopid, coccinellid, biological control, chemical control, *Triticum aestivum*.

43

44

45 **Introdução**

46 A utilização de inseticidas seletivos é essencial para a manutenção dos inimigos
47 naturais dos insetos-praga e viabilização do controle biológico natural na cultura do trigo,
48 onde a incidência de insetos fitófagos é constante e o uso de inseticidas se faz necessário a
49 fim de se garantir níveis consideráveis de produtividade (Gassen 1999, Cunha *et al* 2016).

50 O controle de insetos-praga na cultura do trigo na maioria das vezes é realizado
51 através da aplicação de inseticidas de alta toxicidade e amplo espectro de ação, os quais
52 eliminam os inimigos naturais das lavouras e assim contribuem para o surgimento de pragas
53 secundárias antes mantidas sobre controle e seleção de populações de insetos resistentes
54 (Degrande *et al* 2002).

55 Os predadores *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopsis*
56 *connexa* Germar (Coleoptera: Coccinellidae) são importantes inimigos naturais e comumente
57 encontrado em diversos agroecossistemas. O crisópideo destaca-se por sua polífaga,
58 alimentando-se de insetos de várias ordens, pela grande capacidade de busca de suas larvas,
59 alto potencial reprodutivo, tolerância a determinados grupos de inseticidas e a facilidade de
60 criação em laboratório tem favorecido o uso desta espécie em programas de controle
61 biológico (Soares *et al* 2003, Maia *et al* 2004, Torres *et al* 2013, Haramboure *et al* 2015). A
62 joaninha *E. connexa* é um predador generalista amplamente distribuído na região
63 Neotropical, sendo considerado um potencial predador de inúmeros insetos-praga em
64 diversos cultivos comerciais (Almeida-Sarmiento *et al* 2007, Gomez & Polanía 2009). Essa
65 espécie preda insetos-praga tanto na fase larval como adulta prestando um importante serviço
66 de controle biológico natural. Além disso, destacam-se na cultura do trigo por se alimentarem
67 principalmente das diversas espécies de pulgões presentes nesta cultura (Gassen 1999,
68 Moraes *et al* 2004).

69 Inúmeros fatores podem interferir na toxicidade de um ingrediente ativo no campo, o
70 que torna necessário a realização de testes que auxiliem a mensurar o real impacto destes
71 inseticidas sobre os inimigos naturais (Stark *et al* 2007). Nesse sentido, a “International
72 Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants” (IOBC)
73 propõe uma sequência de avaliações globalmente reconhecida que envolve diversos testes,
74 que se iniciam em laboratório e passam para o semicampo e campo (Hassan 1994). Estas

75 etapas de avaliação permitem a determinação de diferentes características toxicológicas dos
76 inseticidas, e estabelecem se estes possuem compatibilidade com o controle biológico e são
77 apropriados ou não para o controle de insetos-praga no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

78 A persistência é um fator importante que influencia o impacto de um inseticida sobre
79 organismos benéficos em um agroecossistema. Esta informação deve ser levada em conta em
80 programas de MIP na cultura do trigo, pois auxilia na utilização e uso racional de inseticidas
81 na cultura, o que é premissa básica para a viabilização do controle biológico exercido por *C.*
82 *externa* e *E. connexa* nas lavouras de trigo. Diante disto, o conhecimento da duração da
83 atividade nociva dos inseticidas sobre *C. externa* e *E. connexa* se torna importante, pois
84 permite que o agricultor opte pelos inseticidas que sejam menos agressivos aos inimigos
85 naturais, assim contribuindo para o controle biológico natural que esses predadores realizam
86 na cultura do trigo.

87 Não foi encontrado na literatura nenhum trabalho que avalie a persistência de
88 inseticidas sobre predadores para a cultura do trigo. Entre os poucos trabalhos de persistência
89 de inseticidas sobre predadores citam-se os realizados para as espécies *C. externa* (Castilhos
90 2014) e *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) (Giolo *et al* 2009)
91 na cultura do pessegueiro, *C. carnea* na cultura do milho (Maia *et al* 2016) e *Cycloneda*
92 *sanguinea* (Linnaeus, 1763) (Coleoptera: Coccinellidae) para a cultura do algodoeiro (Leite *et*
93 *al* 2010). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a persistência (duração da
94 atividade nociva) de inseticidas utilizados na cultura do trigo sobre os estágios de larva e
95 adulto dos predadores *C. externa* e *E. connexa*.

96

97 **Material e métodos**

98 Os experimentos foram realizados no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas
99 (LabMIP) da Universidade Federal de Pelotas, RS. As larvas e adultos de *C. externa* e *E.*

100 *connexa* utilizados nos bioensaios foram provenientes de colônias mantidas em laboratório
101 (temperatura $25\pm 1^\circ$ C, umidade relativa $70\pm 10\%$ e fotofase 14 horas) conforme metodologia
102 de criação proposta por Carvalho & Souza (2000) e Vogt *et al* (2000) para *C. externa* e por
103 Silva *et al* (2009) para *E. connexa*.

104 Foi avaliada a persistência de cinco inseticidas registrados para a cultura do trigo,
105 sobre larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa*, tendo esses sido escolhidos por serem
106 tóxicos aos predadores em ensaios preliminares sobre larvas e adultos. Os inseticidas,
107 ingrediente ativo [produto comercial – grupo químico (máxima dosagem da formulação
108 comercial registrada para a cultura em $L.ha^{-1}$ /concentração de ingrediente ativo na calda, em
109 %)] utilizados foram: gama-cialotrina [Nexide – piretroide (0,015/0,001)],
110 imidacloprido+beta-ciflutrina [Connect – neonicotinoide+piretroide (0,750/0,037+0,004)],
111 metomil [Lannate BR – carbamato (1,300/0,139)], tiametoxam [Actara 250 WG –
112 neonicotinoide (0,075/0,009)] e tiametoxam+lambdas-cialotrina [Engeo Pleno –
113 neonicotinoide+piretroide (0,150/0,010+0,007)].

114 Foi realizada uma adaptação na metodologia proposta pela IOBC para persistência de
115 inseticidas, que utiliza plantas de videira, sendo utilizado nesse estudo como substrato vegetal
116 para os testes plantas de feijão de vagem. Os testes de persistência consistiram na exposição
117 de larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa* a folhas de feijão de vagem contendo resíduos
118 secos dos inseticidas em diferentes períodos após a pulverização. Para isto, os inseticidas
119 foram pulverizados na dosagem máxima recomendada para a cultura do trigo sobre plantas de
120 feijão de vagem. A pulverização foi realizada através de um pulverizador pressurizado a CO_2
121 quando as plantas possuíam aproximadamente 30 folhas. A pressão de trabalho utilizada na
122 pulverização foi de 50 psi e está se deu até o ponto de escorrimento. Após a secagem da
123 calda, as plantas foram acondicionadas em estufa. Semanalmente, aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias

124 após a pulverização, folhas pulverizadas com cada tratamento foram destacadas das plantas e
125 utilizadas em bioensaios de persistência com larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa*.

126 Para exposição larval, folhas de feijão contendo resíduos dos inseticidas foram postas
127 sobre uma base de metacrilato (34 cm de comprimento x 20 cm de largura) e em seguida
128 sobrepostas por duas placas (32 cm comprimento x 8 cm largura), as quais possuíam cinco
129 orifícios cada (5 cm de diâmetro). Em cada orifício foi acoplado um copo plástico desprovido
130 de fundo, formando as arenas de exposição. Larvas de primeiro ínstar de *C. externa* e *E.*
131 *connexa* foram adicionadas nas arenas de exposição, e a cada dois dias, ovos de *Anagasta*
132 *kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) foram oferecidos às larvas como alimento. Para
133 cada tratamento foram utilizadas quatro repetições com cinco larvas cada, as quais foram
134 expostas aos resíduos dos inseticidas nas folhas até a emergência dos adultos.

135 Para assegurar uma exposição contínua aos resíduos dos inseticidas, o interior dos
136 copos foi polvilhado com talco a fim de evitar que as larvas subissem pela parte interna ou
137 escapassem da arena de exposição.

138 A mortalidade proporcionada por cada inseticida foi avaliada e os adultos
139 sobreviventes, quando em número suficiente (5 casais), foram coletados para verificação de
140 possíveis efeitos deletérios na fecundidade e fertilidade. Para avaliação dos referidos
141 parâmetros reprodutivos, os adultos remanescentes foram colocados em gaiolas (15,5 cm de
142 altura x 18,5 cm de diâmetro) e quatro amostras de ovos ovipositados num período de 24
143 horas foram coletadas e incubadas a fim de se mensurar a fecundidade (número de
144 ovos/fêmea/dia) e a fertilidade (porcentagem de eclosão das larvas).

145 O contato do estágio adulto de *C. externa* e *E. connexa* com folhas de feijão de vagem
146 contendo resíduos dos inseticidas foi realizado por meio de gaiolas de exposição compostas
147 por um anel de metacrilato (10 cm de diâmetro x 3 cm de altura) fechado na parte inferior e
148 superior por placas de vidro (12 x 12 cm). As folhas foram acopladas entre o anel de

149 metacrilato e a placa de vidro inferior. Para a alimentação dos adultos foi ofertado dieta
150 artificial para *C. externa* e ovos de *A. kuehniella* para *E. connexa*, além de água em
151 quantidade suficiente para a realização dos bioensaios. Para cada tratamento foram utilizadas
152 quatro gaiolas contendo cada uma cinco casais de *C. externa* e *E. connexa*, sendo cada gaiola
153 considerada uma repetição. A taxa de mortalidade proporcionada pelos resíduos dos
154 inseticidas foi determinada 120 horas após a exposição.

155 A mortalidade média de larvas e adultos expostos às folhas tratadas foram corrigidas
156 em função da testemunha (água destilada) pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener 1981),
157 e o efeito total para larvas em cada bioensaio semanal foi calculado por meio da fórmula: $E =$
158 $100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$, onde: E = efeito total (%); M% = mortalidade média
159 corrigida em função da testemunha; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por
160 fêmea tratada e não tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por
161 fêmea tratada e não tratada.

162 Em cada bioensaio, os inseticidas foram classificados para o estágio larval em função
163 do efeito total, e para o estágio adulto em função da taxa de mortalidade às 120 horas, em
164 quatro categorias conforme recomendação da IOBC: 1, inócuo (<30%); 2, levemente nocivo
165 (30-79%); 3, moderadamente nocivo (80-99%) e 4, nocivo (>99%). Quando os inseticidas se
166 mostraram inócuos em dois bioensaios consecutivos, ou ao final dos bioensaios, estes foram
167 classificados de acordo com a escala de persistência da IOBC em: 1, vida curta (<5 dias); 2,
168 levemente persistente (5-15 dias); 3, moderadamente persistente (16-30 dias), e 4, persistente
169 (>30 dias) (Hassan 1994). Os resultados obtidos do número médio de larvas e adultos mortos
170 foram submetidos aos testes de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias
171 de Bartlett. Não atendidas essas pressuposições, foi realizada análise de variância (ANOVA)
172 não-paramétrica de Kruskal-Wallis e, após comprovação da existência de diferença entre os
173 tratamentos as médias foram comparadas pelo teste de Dunn, em nível de 5% de

174 probabilidade de erro. Na existência de normalidade dos dados e igualdade de variâncias, foi
175 realizada ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0.05$). Para as
176 análises utilizou-se o *software* estatístico R 3.3.2 (R Development Core Team 2017).

177

178 **Resultados e Discussão**

179

180 Com exceção de tiametoxam+lambda-cialotrina, aos 31 dias após a pulverização
181 (DAP), todos os inseticidas testados proporcionaram mortalidades significativas a larvas de
182 *C. externa* e *E. connexa* em todos os bioensaios (Tabela 1). Observou-se que quando as
183 larvas de *C. externa* foram expostas aos resíduos dos inseticidas metomil,
184 imidacloprido+beta-ciflutrina, gama-cialotrina e tiametoxam apresentaram valores elevados
185 de efeito total, sendo que na avaliação aos 31 DAP, foram observados valores de 100, 90, 80
186 e 65% de efeito total as larvas de *C. externa* (Figura 1A). Todos esses inseticidas
187 apresentaram persistência superior a 30 dias as larvas de *C. externa* (Tabela 1), somente o
188 inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina reduziu aos 31 DAP o efeito total a menos de 30%
189 (Figura 1A) apresentando persistência entre 16-30 dias (Tabela 1). Quanto as larvas de *E.*
190 *connexa*, observou-se aos 31 DAP que os inseticidas gama-cialotrina, imidacloprido+beta-
191 ciflutrina, metomil, tiametoxam, e tiametoxam+lambda-cialotrina apresentaram valores de
192 efeito total que variou de 15 a 85% (Figura 1B). Os inseticidas gama-cialotrina,
193 imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil e tiametoxam apresentaram persistência superiores a
194 30 dias, enquanto o inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina apresentou para as larvas de *E.*
195 *connexa* persistência de 16-30 dias, mesmo resultado obtido para as larvas de *C. externa*
196 (Tabela 1).

197 O efeito total sobre o estágio larval proporcionado pelos inseticidas gama-cialotrina,
198 imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil e tiametoxam foi superior a 30% em todos os

199 intervalos de avaliação (Figura 1A e 1B), e estes foram considerados persistentes (classe 4) a
200 larvas de *C. externa* e *E. connexa* (Tabela 1). O inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina, que
201 apresentou efeito total a larvas superior a 30% somente até os 24 DAP (Figura 1A e 1B) e foi
202 classificado como moderadamente persistente (classe 3) as larvas de ambos os predadores
203 (Tabela 1).

204 Nos adultos, foram verificadas mortalidades significativamente superiores ao
205 tratamento testemunha para gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil aos 3,
206 10, 17, 24 e 31 DAP, e estes foram considerados persistentes (classe 4) para adultos de *C.*
207 *externa* (Tabela 2) visto que as taxas de mortalidade proporcionada por estes inseticidas
208 foram superiores a 65% até os 31 DAP (Figura 2A). Para os adultos de *E. connexa*, os
209 inseticidas imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil apresentaram mortalidade
210 significativamente superior a testemunha até os 31 DAP e foram considerados persistentes
211 (classe 4) aos adultos do predador (Tabela 2) proporcionando mortalidades de 82,50 e 50 %,
212 respectivamente (Figura 2B). Tiametoxam apresentou mortalidade significativamente
213 superior ao tratamento testemunha até os 24 DAP para *C. externa* e *E. connexa*, sendo que
214 aos 31 DAP não foi constatada diferença estatística com a testemunha sendo o inseticida
215 considerado moderadamente persistente (classe 3) aos adultos de *C. externa* e *E. connexa*
216 (Tabela 2). A mistura tiametoxam+lambda-cialotrina apresentou mortalidade
217 significativamente superior a testemunha para *C. externa* e *E. connexa* somente até os 10
218 DAP (Tabela 2). A partir dos 17 DAP e até os 31 DAP o inseticida apresentou mortalidade
219 inferior a 30% (Figura 2A) para os adultos de *C. externa* e foi classificado como levemente
220 persistente (classe 2) (Tabela 2). Para *E. connexa*, aos 17, 24 e 31 DAP o inseticida
221 tiametoxam+lambda-cialotrina apresentou 35, 12,5 e 2,5% de mortalidade, respectivamente
222 (Figura 2B) e foi classificado como moderadamente persistente (classe 3) aos adultos deste
223 predador (Tabela 2).

224 Foi avaliada a fecundidade e fertilidade dos adultos advindos de larvas de *C. externa* e
225 *E. connexa* expostas a resíduos de tiametoxam+lambda-cialotrina aos 31 DAP (Tabela 3). A
226 fecundidade e fertilidade das fêmeas oriundas de larvas expostas a resíduos do inseticida aos
227 31 DAP foi significativamente igual a testemunha para ambos os predadores (Tabela 3).
228 Além disso, foi observado 2,33% de redução no potencial reprodutivo (R.P.R.)
229 proporcionado por tiametoxam+lambda-cialotrina para *C. externa* e 11,83% para *E. connexa*
230 (Tabela 3).

231 A alta toxicidade da mistura entre neonicotinoide e piretroide imidacloprido+beta-
232 ciflutrina foi observada por Leite *et al* (2010), onde os autores avaliaram a ação residual do
233 inseticida sobre larvas e adultos do predador *C. sanguinea* e verificaram que o inseticida
234 apresentou mortalidades superiores a 30% até o último período de avaliação aos 35 dias,
235 sendo como no presente estudo considerado como persistente (classe 4) (Tabelas 1 e 2).

236 Mohamed *et al* (2015) avaliaram a persistência do inseticida tiametoxam para o
237 pulgão *Brevicoryne brassica* Linnaeus (Hemiptera: Aphididae) em campo e segundo os
238 autores o inseticida se mostrou tóxico ao pulgão causando mortalidade de 94,55% ao pulgão
239 até os 21 dias após a pulverização do inseticida. Gaber *et al* (2015) também obtiveram
240 redução de 74,43 e 78,46% na população de campo dos predadores *C. carnea* e *Coccinella*
241 *undecimpunctata* Linnaeus (Coleoptera: Coccinellidae) aos 21 dias após a aplicação de
242 tiametoxam em lavoura de algodão. Estes resultados estão de acordo com os obtidos no
243 presente estudo, pois tiametoxam na avaliação aos 24 DAP apresentou 90% de mortalidade as
244 larvas de *C. externa* e *E. connexa* (Tabelas 1), sendo que para os adultos de *C. externa* e *E.*
245 *connexa*, demonstrou mortalidades de 55 e 67,50%, respectivamente (Tabelas 2).

246 Testando o inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina com dosagem de 0,10 L.ha⁻¹
247 superior a utilizada no presente estudo, Stefanello Júnior *et al* (2012) obtiveram 99,90% de
248 mortalidade até os 31 DAP sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera:

249 Trichogrammatidae) e classificaram o inseticida como persistente (classe 4) ao referido
250 parasitoide. Nesse mesmo sentido Carvalho *et al* (1999) também obtiveram a mesma classe
251 de persistência quando lambda-cialotrina () foi testada sobre duas linhagens de *T. pretiosum*
252 em casa de vegetação. Os resultados obtidos para o parasitoide, no entanto não refletem os
253 obtidos no presente estudo, onde tiametoxam+lambda-cialotrina foi classificado como
254 moderadamente persistente (classe 3) para larvas de *C. externa* e *E. connexa* (Tabela 1),
255 moderadamente persistente (classe 3) para adultos de *E. connexa* e levemente persistente para
256 os adultos de *C. externa* (Tabela 2).

257 Como no presente estudo, onde o inseticida metomil foi classificado como persistente
258 (classe 4) a larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa*, Stefanello Júnior (2010) classificou o
259 inseticida metomil como persistente aos adultos de *T. pretiosum*. Resultados similares foram
260 observados por Hassan (1983), que classificou o inseticida metomil como persistente ao
261 parasitoide *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae).
262 Corroboram nesse sentido, resultados obtidos por Nörnberg *et al* (2011), para o grupo
263 químico dos carbamatos, onde o inseticida carbaril foi classificado como persistente (classe
264 4) para adultos de *T. pretiosum*.

265 A persistência do inseticida piretroide gama-cialotrina foi testada por Stefanello
266 Júnior (2010) sobre *T. pretiosum*, que classificou o mesmo como persistente (classe) aos
267 adultos do parasitoide de ovos. Esse resultado está de acordo com o obtido no presente estudo
268 onde o inseticida foi classificado como persistente para larvas de *C. externa* e *E. connexa*
269 (Tabela 1), persistente para adultos de *C. externa* e moderadamente persistente (classe 3) aos
270 adultos do predador *E. connexa* (Tabela 2).

271 Todos os inseticidas testados (piretroides, carbamato e neonicotinoides), são
272 neurotóxicos, e esses por sua vez, são classificados como compostos menos seletivos aos
273 inimigos naturais em virtude da similaridade existente no modo de transmissão dos impulsos

274 nervosos entre as diferentes ordens de insetos (Omoto, 2000). Além disso, grande parte deles
275 são sistêmicos, ou seja, são absorvidos e circulam pela planta, conferindo proteção a uma
276 grande quantidade de insetos sugadores. O inseticida piretroide gama-cialotrina é o único que
277 não é sistêmico, no entanto apresenta formulação microencapsulada, o que possibilita a
278 liberação gradual do ingrediente ativo, prolongando seu efeito residual.

279 A avaliação da persistência de inseticidas muitas vezes é renegada a um segundo
280 plano em testes de seletividade, porém esta deve ser considerada uma vez que testes de
281 persistência produzem informações relativas a duração da atividade nociva, possibilitando um
282 melhor entendimento sobre o impacto que o inseticida tem sobre os inimigos naturais e
283 estimativa das chances de sobrevivência de uma população de inimigo natural após o controle
284 químico (Castilhos, 2014).

285 Apesar de no presente estudo as plantas terem sido acondicionadas em estufa, em
286 condições climáticas ambientes, expostas a luz solar e temperaturas mais elevadas do que em
287 condições controladas, observou-se que os inseticidas ainda assim, apresentaram alta
288 toxicidade aos predadores até os 31 DAP, principalmente na fase de larva, onde com exceção
289 de tiametoxam+lambda-cialotrina que foi moderadamente persistente (classe 3) todos os
290 outros inseticidas testados foram persistentes (classe 4) (Tabela 1). No entanto, apesar da fase
291 larval de ambos os predadores ter sido afetada em um grau mais elevado (Tabela 1), ainda
292 assim o impacto que os inseticidas tiveram sobre a fase adulta também se mostrou
293 significativo (Tabela 2), sendo que nenhum dos inseticidas foi considerado de vida curta a *C.*
294 *externa* e *E. connexa* (Tabelas 1 e 2).

295 No presente estudo foram utilizadas folhas de feijão de vagem para a avaliação da
296 persistência dos inseticidas, pois a planta apresenta folhas grandes e que não encarquilham
297 durante a montagem dos experimentos. É importante salientar que diferenças no substrato
298 foliar podem influenciar na persistência de um inseticida, uma vez que a diluição da

299 concentração em folhas em função do crescimento foliar auxilia na degradação de
300 agrotóxicos em superfícies vegetais, sendo a taxa de degradação diretamente relacionada com
301 a taxa de crescimento da espécie vegetal utilizada (Zongmao & Haibin, 1997). Além disso, as
302 plantas foram cultivadas em estufa e após a aplicação dos inseticidas permaneceram 31 dias
303 com os resíduos dos inseticidas em suas folhas, se constituído no pior cenário possível para
304 determinação da toxicidade dos inseticidas. No campo essa situação dificilmente aconteceria,
305 pois, as plantas estão sujeitas a diversos fatores climáticos, entre eles a chuva. Nesse sentido,
306 citam-se resultados obtidos por Maia *et al* (2016) que testaram a persistência de inseticidas
307 sobre larvas de *C. carnea*, em plantas de milho, com e sem a presença de chuva e obtiveram
308 redução do potencial nocivo do inseticida clorpirifós quando as plantas de milho foram
309 submetidas a um regime de chuva de 11 mm. Castilhos *et al* (2017) avaliaram a seletividade
310 de inseticidas utilizados no cultivo do pessegueiro sobre larvas de *C. externa*, em condições
311 de campo, e obtiveram menor nocividade dos inseticidas após uma chuva de 22 mm, sendo
312 que após a chuva a recaptura de larvas em plantas de pessegueiro foi similar ao tratamento
313 testemunha, mostrando assim, que no campo a chuva pode resultar em uma menor
314 persistência dos inseticidas.

315 De modo geral todos os inseticidas avaliados apresentaram-se tóxicos aos predadores,
316 sendo necessário cautela na adoção destes em um programa de MIP na cultura do trigo, visto
317 que os mesmos podem afetar não somente *C. externa* e *E. connexa*, mas outros inimigos
318 naturais presentes na cultura. Deve-se sempre que possível optar por inseticidas que possuam
319 efeito menos danoso aos inimigos naturais e ao meio ambiente como um todo.

320 Em conclusão, os inseticidas neurotóxicos gama-cialotrina, imidacloprido+beta-
321 ciflutrina, metomil, tiametoxam e tiametoxam+lambdacialotrina apresentaram grande
322 toxicidade as larvas e aos adultos de *C. externa* e *E. connexa*. A fase larval de ambos os
323 predadores foi mais afetada que a fase adulta, já que nessa fase gama-cialotrina,

324 imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil e tiametoxam foram persistentes aos predadores
325 (classe 4). Mesmo assim, na fase adulta somente tiametoxam+lambdaciflutrina foi
326 considerado levemente persistente (classe 2) para *C. externa*, e os outros inseticidas todos
327 moderadamente persistentes (classe 2) e persistentes (classe 3), demonstrando a elevada
328 toxicidade dos inseticidas testados. De acordo com a metodologia da IOBC (Hassan 1994),
329 todos os inseticidas considerados moderadamente persistentes (classe 3) e persistentes (classe
330 4), devem passar para a fase de campo em lavouras de trigo, a fim de se obter a classificação
331 final quanto a seletividade destes compostos. Esta é a última etapa dos testes a fim de se
332 determinar seu real impacto sobre *C. externa* e *E. connexa*, tendo como base principalmente
333 os resultados obtidos com larvas, que são a fase mais sensível destes predadores.

334

335 **Agradecimentos**

336 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela
337 bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento
338 Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349 **Referências**

- 350 Almeida-Sarmento R, Pallini A, Venzon M, Souza OFF, Molina-Rugama AJ, Oliveira CL
351 (2007) Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to
352 different prey types. *Braz Arch Biol Technol* 50:121-126
353
- 354 Carvalho GA, Parra JRP, Baptista GC (1999) Ação residual de alguns inseticidas
355 pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum*
356 Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. *Ciênc Agrotec*
357 23:770-775
358
- 359 Carvalho CF, Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP
360 (ed). Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras, UFLA.
361 pp 91-109
362
- 363 Castilhos RV (2014) Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do pessegueiro e efeito
364 de terpenoides e óleos essenciais sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)
365 (Neuroptera: Chrysopidae). PhD. Thesis, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil, p
366 108
367
- 368 Castilhos RV, Grützmacher AD, Neves MB, Moraes IL, Gauer CJ (2017) Selectivity of
369 insecticides used in peach farming to larvae of *Chrysoperla externa* (Neuroptera:
370 Chrysopidae) in semi-field conditions. *Rev Caatinga* 30:109-115
371
- 372 Cunha GR, Caierão E, Rosa AC (2016) Informações técnicas para trigo e triticale – safra
373 2016 / 9ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. 1ª ed. Passo
374 Fundo-RS, Biotrigo Genética. p 228
375
- 376 Degrande PE, Reis PR, Carvalho GA, Belarmino LC (2002) Metodologia para avaliar o
377 impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: Parra JRP, Botelho PSM, Corrêa-Ferreira
378 BS, Bento JMS (eds) Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. Manole, São
379 Paulo, pp 71-94
380
- 381 Gaber AS, Abd-Ella AA, Abou-Elhagag GH, Abdel-Rahman YA (2015) Field efficiency and
382 selectivity effects of selected insecticides on cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover
383 (Homoptera: Aphididea) and its predators. *Journal of Phytopathology and Pest Management*
384 2:22-35
385
- 386 Gassen DN (1999) Controle biológico de pulgões de trigo no Brasil.
387 http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co15.htm Accessed 15 Jan 2017
388
- 389 Giolo FP, Medina P, Grützmacher AD, Viñuela E (2009) Effects of pesticides commonly
390 used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory
391 conditions. *BioControl* 54:625-635
392
- 393 Gómez WD, Polanía IZ (2009) Tabla de vida del cucarrón depredador *Eriopis connexa*
394 (Germar). *Rev UDC Actual&Div Cient* 12:147-155
395

- 396 Haramboure M, Mirande L, Schneider MI (2015) Improvement of the mass rearing of larvae
397 of the neotropical lacewing *Chrysoperla externa* through the incorporation of a new
398 semiliquid artificial diet. *BioControl* 61:69–78
399
- 400 Hassan SA (1983) Procedure for testing side effects of pesticides on beneficial arthropods as
401 being considered by the International Working Group “Pesticides and Beneficial
402 Arthropods”. *Mitt Dtsch Ges Allg Angew Entomol* 4:86-88
403
- 404 Hassan SA (1994) Activities of the IOBC/WPRS working group pesticides and beneficial
405 organisms. *IOBC/WPRS Bull* 17:1-5
406
- 407 Leite MIS, Carvalho GA, Maia JB, Makiyama L, Vilela M (2010) Ação residual de
408 inseticidas para larvas e adultos do predador *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 1763
409 (Coleoptera: Coccinellidae). *Arq Inst Biol* 77:275-282
410
- 411 Maia, JB, Carvalho GA, Medina P, Garzón A, Gontijo PC, Viñuela E (2016) Lethal and
412 sublethal effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* larvae (Neuroptera: Chrysopidae) and
413 the influence of rainfastness in their degradation pattern over time. *Ecotoxicology* 25: 845–
414 855
415
- 416 Maia WJMS, Carvalho CF, Souza B, Cruz I, Maia TJAF (2004) Capacidade predatória e
417 aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)
418 alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). *Ciênc Agrotec*
419 28:1259-1268
420
- 421 Mohamed HT, Mohamed IA, Abou-Elhagag GH, Saba RM (2015) Toxicity and field
422 persistence of thiamethoxam and dinotefuran against cabbage aphid, *Brevicoryne brassica* L.
423 (Homoptera: Aphididae) under laboratory and field conditions. *Journal of Phytopathology*
424 and Pest Management 2:20-26
425
- 426 Moraes JC, Goussain MM, Basagli MAB, Carvalho GA, Ecole CC, Sampaio MV (2004)
427 Silicon influence on the tritrophic interaction: wheat plants, the Gressnbug *Schizaphis*
428 *graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), and its natural enemies, *Chrysoperla externa*
429 (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera:
430 Aphidiidae). *Neotrop Entomol* 33:619-624
431
- 432 Nörnberg S D, Grützmacher AD, Kovaleski A, Finatto JA, Paschoal MDF (2011)
433 Persistência de agrotóxicos utilizados na produção integrada de maçã a *Trichogramma*
434 *pretiosum*. *Ciênc Agrotec* 35:305-313
435
- 436 Omoto C (2000) Modo de ação dos inseticidas e resistência de insetos a inseticidas. In:
437 Guedes JC, Costa ID, Castiglioni, E (Eds.) Bases e técnicas de manejo de insetos. Santa
438 Maria, UFSM. p.31-49
439
- 440 Püntener W (1981) Manual for field trials in plant protection. 2.ed. Basle, Ciba-Geigy, p 205
441
- 442 R Development Core Team (2017) R - A language and environment for statistical computing.
443 rev. 3.3.2. <http://r-project.org> Accessed 15 Jan 2017
444

- 445 Silva RB, Zanuncio JC, Serrão JE, Lima ER, Figueiredo MLC, Cruz I (2009) Suitability of
446 different artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle
447 *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae). *Phytoparasitica* 37:115-123
448
- 449 Soares JJ, Cordão Sobrinho FP, Melo RS, Ferreira AMC, Almeida CA (2003) Predação de
450 *Chrysoperla externa* sobre diferentes presas.
451 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/273471/1/COMTEC174.PDF>
452 Accessed 15 Jan 2017
453
- 454 Stark JD, Vargas R, Banks JE (2007) Incorporating ecologically relevant measures of
455 pesticide effect for estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *J Econ*
456 *Entomol* 100:1027-1032
457
- 458 Stefanello Júnior GJ (2010) Efeitos de agrotóxicos registrados para a cultura do milho sobre
459 *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). PhD. Thesis,
460 Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil, p 121
461
- 462 Stefanello Júnior GJ, Grützmacher AD, Spagnol D, Pasini RA, Bonez C, Moreira DC (2012)
463 Persistência de agrotóxicos utilizados na cultura do milho ao parasitoide *Trichogramma*
464 *pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Cienc Rural* 42:17-23
465
- 466 Torres AF, Carvalho GA, Santa-Cecília LVC, Moscardini VF (2013) Selectivity of seven
467 insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Rev*
468 *Colomb Entomol* 39:34-39
469
- 470 Vogt H, Bigler F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A, Ufer
471 A, Viñuela E, Wladburger M, Waltersdorfer A (2000) Laboratory method to test effects of
472 plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In:
473 Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-
474 Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H (eds): Guidelines to evaluate side-effects of plant
475 protection products to non-target arthropods. IOBC/ WPRS, Reinheim, p.27-44
476
- 477 Zongmao C, Haibin W (1997) Degradation of pesticides on plants surface and its prediction -
478 A case study on tea plant. *Environ Monit Assess* 44:303-313
479
- 480
- 481
- 482
- 483
- 484
- 485
- 486
- 487
- 488
- 489

490 **Tabela 1.** Números de insetos mortos, classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas registrados para a cultura do trigo a larvas de
 491 *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Dias após a pulverização										Persistência	
		3		10		17		24		31		Dias	C ⁴
		nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³		
<i>Chrysoperla externa</i>													
gama-cialotrina	0,001	4,50±0,50a	3	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	4,50±0,28a	3	4,00±0,40ab	3	>30	4
imidacloprido+beta-ciflutrina	0,037+0,004	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	4,50±0,28ab	3	5,00±0,00a	4	4,50±0,28ab	3	>30	4
metomil	0,139	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	>30	4
tiametoxam	0,009	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	3,75±0,25b	2	4,50±0,28a	3	3,25±0,47b	2	>30	4
tiametoxam+lambdacialotrina	0,010+0,007	5,00±0,00a	4	3,00±0,40b	2	4,25±0,47ab	3	3,75±0,47a	2	1,25±0,25c	1	16-30	3
Testemunha	---	0,75±0,47b	---	0,00±0,00c	---	0,00±0,00c	---	0,75±0,25b	---	0,75±0,25c	---	---	---
<i>Eriopsis connexa</i>													
gama-cialotrina	0,001	5,00±0,00a	4	4,50±0,28a	3	3,50±0,64a	2	4,25±0,47a	3	3,75±0,47a	2	>30	4
imidacloprido+beta-ciflutrina	0,037+0,004	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	4,00±0,40a	3	4,25±0,25a	3	4,25±0,47a	3	>30	4
metomil	0,139	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	3,25±0,47a	2	>30	4
tiametoxam	0,009	5,00±0,00a	4	5,00±0,00a	4	3,75±0,62a	2	4,50±0,28a	3	3,25±0,47a	2	>30	4
tiametoxam+lambdacialotrina	0,010+0,007	5,00±0,00a	4	3,25±0,25b	2	3,00±0,70ab	2	3,50±0,64a	2	0,75±0,25b	1	16-30	3
Testemunha	---	0,25±0,25b	---	0,00±0,00c	---	0,75±0,25b	--	1,00±0,00b	---	0,75±0,25b	---	---	---

492 ¹c.i.a. = Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de
 493 (Kruskal-Wallis) Dunn (p>0.05) *Chrysoperla externa*: (3 DAP= H:19,89; gl:5; p:0,0013; 10 DAP= H:22,871; gl:5; p:0,0003; 17 DAP= H:17,811, gl:5; p:0,0031; 24 DAP=
 494 H:16,397; gl:5;p: 0,0057; 31 DAP= H:19,884; gl:5; p:0,0013); *Eriopsis connexa*: (3 DAP= H:22,786; gl:5; p:0,0003; 10 DAP= H:21,011; gl:5; p=0,0008; 17 DAP= H:14,597;
 495 gl:5; p:0,0122; 24 DAP= H:14,556; gl:5; p:0,0124; 31 DAP= H:17,172; gl:5; p:0,0041); ³Classes de toxicidade inicial da IOBC: 1 = inócuo (<30%), 2 = levemente nocivo
 496 (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4 = nocivo (>99%). ⁴Classes de persistência da IOBC: 1 = vida curta (<5 dias); 2 = levemente persistente (5-15 dias); 3 =
 497 moderadamente persistente (16-30 dias); 4 = persistente (>30 dias).

498

499

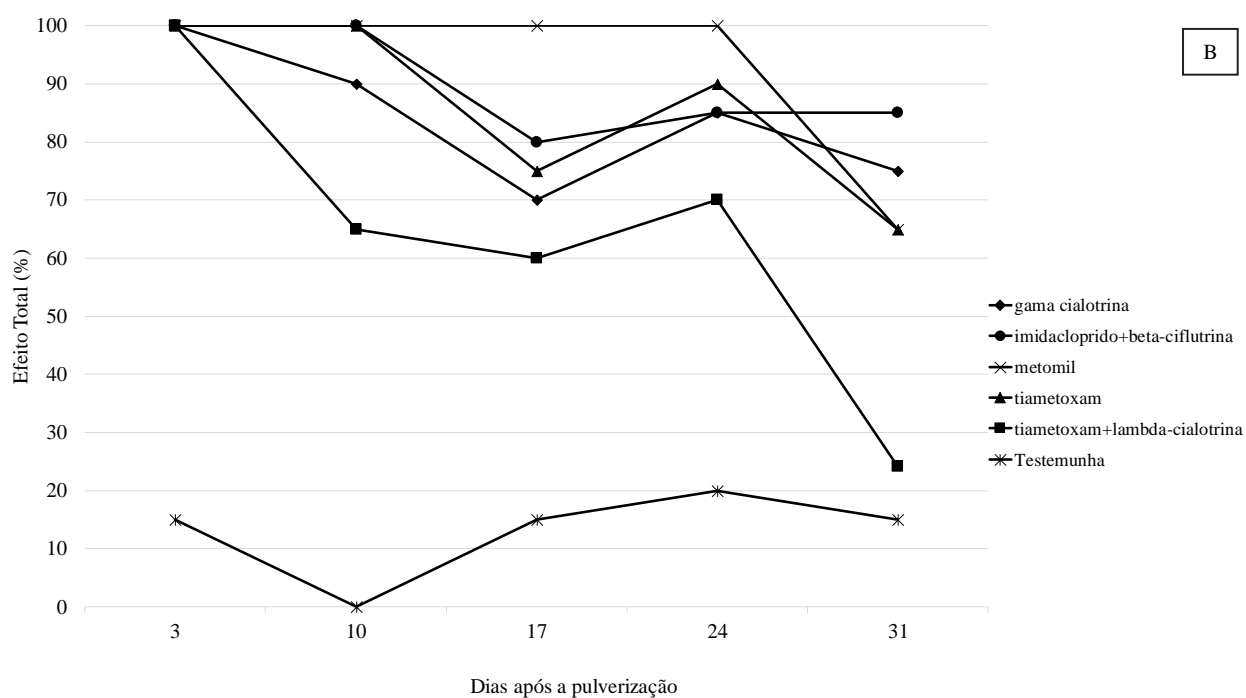
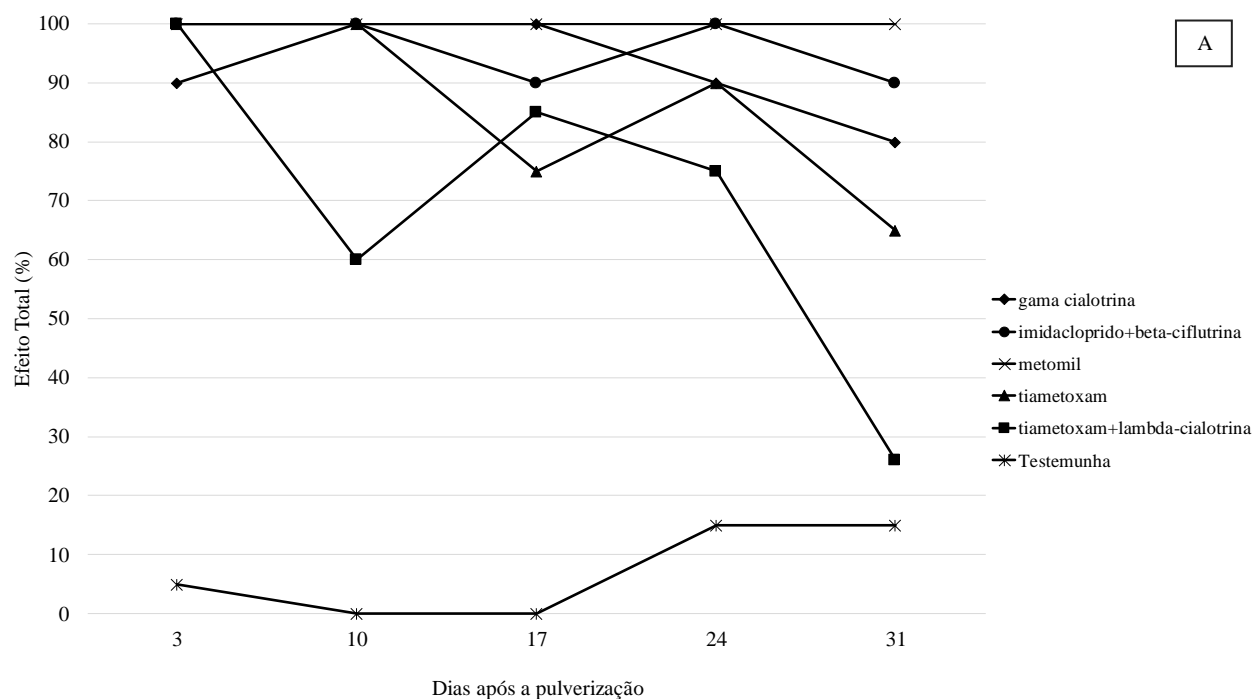
500 **Tabela 2.** Números de insetos mortos, classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas registrados para a cultura do trigo a adultos de
501 *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Dias após a pulverização										Persistência	
		3		10		17		24		31		Dias	C ⁴
		nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³	nº mortos ²	C ³		
<i>Chrysoperla externa</i>													
gama-cialotrina	0,001	9,50±0,50a	3	8,50±0,50ab	3	6,00±2,44a	2	6,25±0,47ab	2	6,50±0,86a	2	>30	4
imidacloprido+beta-ciflutrina	0,037+0,004	10,00±0,00a	4	9,75±0,25a	3	10,00±0,00a	4	9,25±0,75a	3	7,50±0,28a	2	>30	4
metomil	0,139	10,00±0,00a	4	10,00±0,00a	4	10,00±0,00a	4	10,00±0,00a	4	8,50±0,50a	3	>30	4
tiametoxam	0,009	8,50±1,50a	3	7,00±0,70b	2	6,75±0,62a	2	5,50±2,32ab	2	0,00±0,00b	1	16-30	3
tiametoxam+lambdacialotrina	0,010+0,007	9,75±0,25a	3	4,00±0,40c	2	1,00±0,57b	1	1,75±0,47bc	1	0,50±0,50b	1	5-15	2
Testemunha	---	0,00±0,00b	---	0,25±0,25d	---	0,00±0,00b	---	0,25±0,25c	---	0,00±0,00b	---	---	---
<i>Eriopsis connexa</i>													
gama-cialotrina	0,001	9,25±0,75a	3	8,25±0,62ab	3	7,25±1,70ab	2	6,00±0,40b	2	1,00±0,57c	1	16-30	3
imidacloprido+beta-ciflutrina	0,037+0,004	10,00±0,00a	4	10,00±0,00a	4	9,00±1,00a	3	9,00±0,57a	3	8,25±1,03a	3	>30	4
metomil	0,139	10,00±0,00a	4	9,75±0,25a	3	10,00±0,00a	4	9,50±0,28a	3	5,00±0,00b	2	>30	4
tiametoxam	0,009	10,00±0,00a	4	8,25±0,62ab	3	7,75±0,25a	2	6,75±0,47b	2	0,25±0,25c	1	16-30	3
tiametoxam+lambdacialotrina	0,010+0,007	8,25±1,18a	3	6,75±0,75b	2	3,50±0,95bc	2	1,25±0,47c	1	0,25±0,25c	1	16-30	3
Testemunha	---	0,00±0,00b	---	0,00±0,00c	---	0,00±0,00c	---	1,00±0,40c	---	0,00±0,00c	---	---	---

502 ¹c.i.a. = Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de
503 (Kruskal-Wallis) Dunn (p>0.05), *Chrysoperla externa*: (3 DAP= H:15,931; gl:5; p:0,0070; 10 DAP= H:21,283; gl:5; p:0,0022; 24 DAP=
504 H:18,729; gl:5;p:0,0021; 31 DAP= H:20,50; gl:5; p:0,0010); *Eriopsis connexa*: (3 DAP= H:17,476; gl:5; p:0,0036; 10 DAP= H:18,223; gl:5; p=0,0026; 17 DAP= H:18,329;
505 gl:5; p:0,0025; 24 DAP= H:20,725; gl:5; p:0,0009; 31 DAP= H:19,345; gl:5; p:0,0016); ³Classes de toxicidade inicial da IOBC: 1 = inócuo (<30%), 2 = levemente nocivo
506 (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4 = nocivo (>99%). ⁴Classes de persistência da IOBC: 1 = vida curta (<5 dias); 2 = levemente persistente (5-15 dias); 3 =
507 moderadamente persistente (16-30 dias); 4 = persistente (>30 dias).

508

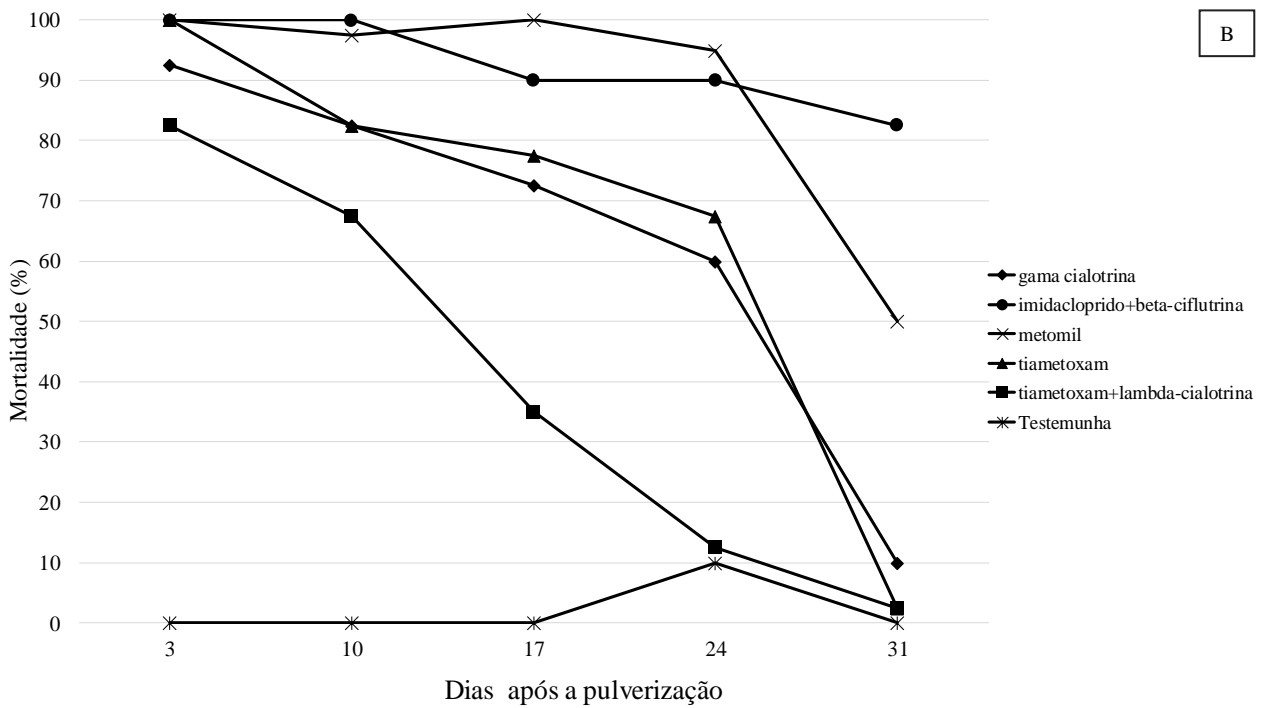
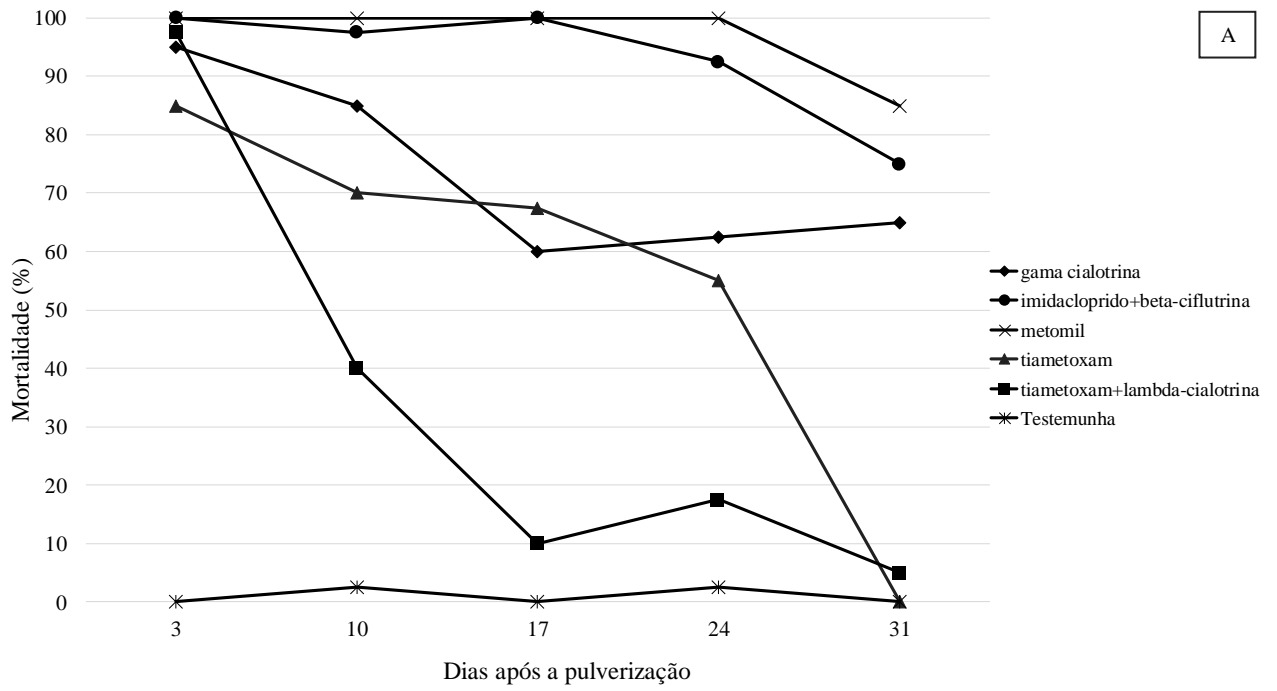
509



510
511

512 **Figura 1.** Efeito total de inseticidas sobre larvas de *Chrysoperla externa* (A) e *Eriopsis*
513 *connexa* (B) aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a pulverização em folhas de feijão de vagem.

514
515



516
517

518 **Figura 2.** Mortalidade dos inseticidas sobre adultos de *Chrysoperla externa* (A) e *Eriopsis*
519 *connexa* (B) aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a pulverização em folhas de feijão de vagem.

520

521 **Tabela 3.** Efeito do inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina aos 31 dias após a
 522 pulverização na fecundidade (ovos/fêmea/dia), fertilidade (% eclosão) e consequente
 523 redução no potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa*.

Tratamento	Fecundidade ¹	Fertilidade ¹	R.P.R. (%) ²
<i>Chrysoperla externa</i>			
tiametoxam+lambda-cialotrina	24,87±5,31a	72,91±2,68a	2,33
Testemunha	26,75±1,35a	76,04±72,91a	---
<i>Eriopis connexa</i>			
tiametoxam+lambda-cialotrina	18,84±1,39a	87,50±2,40a	11,83
Testemunha	19,80±0,55a	84,37±2,62a	---

524 ¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0.05)
 525 (Fecundidade: F=0,4089; gl=5; p=0,546; Fertilidade: F=0,7714, gl=5, p=0,4134); ²R.P.R.
 526 (Redução no potencial reprodutivo) = 1 - (R1 x R2) x 100, onde: R1 = razão entre a
 527 fecundidade de tiametoxam+lambda-cialotrina e testemunha e R2 = razão entre a fertilidade
 528 de tiametoxam+lambda-cialotrina e testemunha.

529

530

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

ARTIGO 04 – Planta Daninha

Comparativo da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo sobre os predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*

RAFAEL ANTONIO PASINI; ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER; RAFAEL DA SILVA DOS ANJOS, JULIANO DE BASTOS PAZINI

1 **Comparativo da seletividade de herbicidas utilizados na cultura do trigo sobre os**
2 **predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa***
3

4 **Comparative of selectivity of the herbicides used in wheat crop on the predators**
5 ***Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa***
6

7
8 **RESUMO** – Avaliou-se a seletividade de oito herbicidas registrados para uso na cultura
9 do trigo sobre os predadores *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa*. Os bioensaios
10 foram conduzidos em laboratório expondo-se larvas, ovos e pupas dos referidos
11 predadores aos resíduos secos dos herbicidas 2,4-D amina, bentazon, glifosato 1,200 e
12 1,440, glufosinato de amônio, iodosulfuron-metil, metsulfuron-metil e pirimidinadiona.
13 O herbicida glufosinato de amônio foi classificado como moderadamente nocivo (classe
14 3) a fase larval de ambos os predadores. Sete herbicidas foram classificados como
15 inócuos (classe 1) aos ovos dos dois predadores, com exceção de metsulfuron-metil que
16 foi classificado como levemente nocivo (classe 2) aos ovos de *E. connexa*. A maioria
17 dos herbicidas foram inócuos (classe 1) as pupas dos dois predadores, no entanto 2,4-D
18 amina foi classificado como levemente nocivo (classe 2) a pupas de *C. externa* e
19 pirimidinadiona apresentou a mesma classificação a pupas de *E. connexa*.

20 **Palavras-chave:** Agrotóxicos, Controle biológico, Controle químico, Predadores,
21 *Triticum aestivum*.

22
23 **ABSTRACT** – It was evaluated the selectivity of eight herbicides registered for use in
24 the wheat culture on the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis connexa*. The
25 bioassays were conducted in the laboratory by exposing larvae, eggs and pupae of the
26 predators to dry residues of the herbicides 2,4-D amine, bentazon, glyphosate 1,200 and
27 1,440, ammonium glufosinate, iodosulfuron-methyl, metsulfuron-methyl and
28 pyrimidinedione. The herbicide ammonium glufosinate was classified as moderately
29 harmful (class 3) to the larval stage of both predators. Seven herbicides were classified
30 as harmless (class 1) to the eggs of both predators, with exception to metsulfuron-
31 methyl which was classified as slightly harmful (class 2) to *E. connexa* eggs. Most of
32 the herbicides were innocuous (class 1) to the pupae of the two predators, however 2,4-
33 D amine was classified as slightly harmful (class 2) to pupae of *C. externa* and
34 pyrimidinedione presented the same classification to pupae of *E. connexa*.

35 **Key words:** Pesticides, Biological control, Chemical control, Predators, *Triticum*
36 *aestivum*.

37 38 **INTRODUÇÃO**

39 Diversos fatores atuam como limitantes as obtenções de altas produtividades na
40 cultura do trigo, destacando-se as plantas daninhas, as quais causam um decréscimo na
41 produção através da competição por recursos disponíveis no meio (Agostinetto et al.,
42 2008). As principais espécies que competem por recursos nesse cultivo são o azevém
43 (*Lolium multiflorum*), a aveia-preta (*Avena strigosa*), a nabiça (*Raphanus raphanistrum*
44 e *Raphanus sativus*), o cipó-de-veado (*Polygonum convolvulus*), a erva-salsa (*Bowlesia*
45 *incana*) e a buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadenses*) (Mariani e Vargas, 2012;
46 Lamego, et al., 2013).

47 O controle químico com a aplicação de herbicidas é o método de controle mais
48 empregado atualmente para essas espécies de plantas, entretanto, pouco se conhece
49 sobre seus impactos em espécies não alvo, como inimigos naturais de insetos-praga
50 presentes na cultura do trigo, e que podem interromper a efetividade do serviço que eles
51 prestam ao agroecossistema (Martinou et al., 2014; Menezes e Soares, 2016). Além
52 disso, aplicações de herbicidas são reconhecidas como uma das principais causas de
53 desequilíbrios biológicos nos agroecossistemas (Guedes et al., 2015),

54 O uso de agrotóxicos seletivos é de suma importância para retardar, ou mesmo
55 evitar, problemas decorrentes do seu uso indiscriminado. A seletividade é definida
56 como a propriedade que um agrotóxicos apresenta para controlar uma praga específica
57 (plantas daninhas, insetos e doenças), com o menor impacto possível sobre seus
58 inimigos naturais no agroecossistema, nas mesmas condições em que a praga é
59 controlada com sucesso (Castilhos et al., 2014).

60 Entre os predadores generalistas de insetos-praga os que apresentam maior
61 relevância em cultivos comerciais de trigo estão os predadores da família Chrysopidae e
62 Coccinellidae. O crisópideo *Chysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
63 Chrysopidae) destaca-se por sua ampla distribuição geográfica, ocorrência em habitats
64 variados, polifagia, grande capacidade de busca e alta voracidade, além de elevado
65 potencial de reprodução e tolerância a alguns produtos fitossanitários, o que faz com
66 que possuam alto potencial para uso em programas de controle biológico (Costa et al.,
67 2003). Dentre os coccinelídeos, *Eriopis connexa* (German, 1824) (Coleoptera:

78 Coccinellidae) é amplamente distribuída na região neotropical e é considerada agente de
79 controle de inúmeras insetos-praga em várias culturas e segundo Gassen (1988) é um
80 dos mais vorazes predadores de pulgões na cultura do trigo, sendo que cada indivíduo
81 adulto é capaz de consumir até 43 pulgões por dia.

82 Na cultura do trigo esses dois predadores apresentam grande importância por se
83 alimentarem principalmente do complexo de pulgões que prejudicam o cultivo desse
84 cereal, fazendo-se necessária a utilização de produtos com menor impacto sobre os
85 mesmos, viabilizando o Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura. Assim, a
86 avaliação precisa dos efeitos colaterais potenciais de herbicidas sobre esses inimigos
87 naturais é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes no MIP dessa
88 cultura (Biondi et al., 2012; Mills, 2014)

89 Apesar da importância da seletividade na preservação do controle biológico,
90 pouco se conhece a este respeito na cultura do trigo. Uma das maneiras mais rápidas de
91 se acessar o efeito adverso de um herbicida sobre predadores é através de testes de
92 seletividade em laboratório, utilizando-se metodologias padronizadas pela International
93 Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants
94 (IOBC). Trabalhos envolvendo seletividade na cultura do trigo foram realizados por
95 Eichler e Reis (1976) utilizando os predadores *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763)
96 (Coleoptera: Coccinellidae) e *E. connexa*. No entanto, o estudo foi realizado na década
97 de 70 com uma metodologia não padronizada, e somente com inseticidas sem qualquer
98 informação quanto a seletividade de herbicidas utilizados nessa cultura. Outro aspecto a
99 ser destacado é que as indicações técnicas da cultura adotam os resultados obtidos por
Eichler e Reis (1976) em sua indicação quanto a seletividade de inseticidas, portanto a
obtenção de resultados quanto a seletividade de herbicidas aos predadores *C. externa* e
E. connexa, também pode ser utilizada nas indicações técnicas da cultura servindo de
base para a escolha de herbicidas mais adequados pelos produtores de trigo.

Deste modo, pretende-se com este trabalho estudar a seletividade de herbicidas
utilizados na cultura do trigo sobre as fases larva, ovo e pupa de *C. externa* e *E. connexa*
e os efeitos subletais dos mesmos nos parâmetros reprodutivos dos adultos utilizando a
metodologia proposta pela IOBC.

98

99

MATERIAL E MÉTODOS

Larvas, ovos e pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*

Os insetos utilizados nos bioensaios foram provenientes de criação estabelecidas em laboratório (temperatura de $25\pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 horas), segundo a metodologia adaptada de Carvalho e Souza (2000) e Vogt et al. (2000) para *C. externa*, e de Silva et al. (2009) para *E. connexa*. Larvas dos predadores foram mantidas até a pupação em bandejas de plástico (43 cm x 27 cm x 13 cm) polvilhadas com talco nas laterais e tampadas com um tecido tipo “Voile”, permitindo a ventilação e evitando a fuga dos insetos. As larvas de ambos os predadores foram alimentadas *ad libitum* com ovos da traça das farinhas *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), que foram criadas de acordo com metodologia proposta por Parra (1997). As pupas de *C. externa* foram transferidas para gaiolas de acrílico (15,5 cm de altura e 18,5 cm de diâmetro), fechadas com papel toalha em ambas as extremidades, onde foram criados os adultos e alimentados com uma dieta artificial proposta por Vogt et al. (2000). As pupas de *E. connexa* foram acondicionadas em potes (9 cm de altura e 14 cm de diâmetro), fechados com papel toalha na extremidade superior, sendo posteriormente montados casais com os adultos que foram alimentados com ovos de traça das farinhas e mel. Água destilada foi fornecida através de chumaço de algodão embebido e diariamente os ovos eram coletados dos chumaços de algodão.

Herbicidas utilizados

Foram avaliados sobre as larvas de *C. externa* e *E. connexa* oito herbicidas registrados para a cultura do trigo (Agrofit, 2015). Os inseticidas, ingrediente ativo [produto comercial – grupo químico (máxima dosagem da formulação comercial registrada para a cultura do trigo em $\text{L}\cdot\text{ha}^{-1}$ ou $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ /concentração de ingrediente ativo na calda, em %)] utilizados foram: 2,4-D amina [Aminol 806 – ácido ariloxialcanoico (1,500/)], bentazon [Basagran 600 – benzotiadiazinona (1,600/0,480)], glufosinato de amônio [Finale – homoalanina substituída (2,000/0,200)], iodosulfuron-metil [Hussar – sulfoniluréias (0,100/0,002)], metsulfuron-metil [Ally – sulfoniluréias (0,006/0,001)], pirimidinadiona [Heat – saflufenacil (0,070/0,024)], glifosato - sal de isopropilamina 1,200 [Stinger – glicina substituída (5,000/1,200)] e glifosato - sal de isopropilamina 1,440 [Heat – glicina substituída (6,000/1,440)].

132 Cada bioensaio foi composto além dos herbicidas testados por uma testemunha
133 negativa (ausência de herbicida) e por um testemunha positiva, composto pelo inseticida
134 Engeo Pleno (lambda-cialotrina+tiametoxam) na dosagem de 0,150 L.ha⁻¹ e
135 concentração do ingrediente ativo na calda (%) de 0,010+0,007, como padrão de
136 reconhecida toxicidade (Zotti et al., 2010). As dosagens utilizadas foram as máximas
137 recomendadas para a cultura do trigo, ajustadas para corresponder a um volume de calda
138 de 200 L.ha⁻¹.

139

140 **Bioensaios de efeito residual sobre larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopis connexa***

141 Os inseticidas foram pulverizados sobre placas de vidro (50 x 41 cm), com um
142 pulverizador pressurizado a CO₂, utilizando-se um bico de aplicação de jato plano
143 uniforme (Teejet XR110015EVS). A pressão de trabalho utilizada na pulverização foi
144 de aproximadamente 50 psi, o que correspondeu a um depósito de calda de 2±0,2
145 mg.cm⁻², conforme metodologia preconizada pela IOBC (Schmuck et al., 2000; Vogt et
146 al., 2000). Após a secagem da calda depositada nas placas, estas foram sobrepostas por
147 outra placa de acrílico com as mesmas dimensões e com 20 orifícios de 7,5 cm de
148 diâmetro, nos quais foram acoplados copos plásticos transparentes desprovidos do
149 fundo, constituindo as arenas de exposição.

150 Larvas de primeiro ínstar (1-2 dias de idade) de ambos os predadores foram
151 adicionadas às arenas, ficando em contato com os herbicidas até a emergência dos
152 adultos. Cada tratamento consistiu de duas placas com 20 arenas cada, totalizando 40
153 insetos, sendo cada inseto considerado uma repetição. Os tratamentos foram
154 individualizados seguindo o esquema inteiramente casualizado.

155 Através de avaliações diárias foi determinada a duração de cada estágio de
156 desenvolvimento (ínstares larvais, pré-pupa e pupa) do predador nos diferentes
157 tratamentos, a mortalidade (%) e o número de adultos emergidos. Nos tratamentos onde
158 a mortalidade acumulada foi ≤ 50%, realizou-se a avaliação da performance reprodutiva
159 (fecundidade e fertilidade) dos adultos. Os adultos oriundos das larvas expostas aos
160 fungicidas foram separados em recipientes com as mesmas dimensões e condições das
161 usadas para criação.

162 Uma semana após a realização das primeiras posturas, foi feita a sexagem dos
163 adultos de *C. externa* e realizadas de 4 coletas dos ovos depositados num intervalo de 24
164 horas. O número total de ovos de cada coleta foi mensurado e dividido pelo número de

165 fêmeas na gaiola a fim de se determinar a fecundidade média (número de ovos por
166 fêmea e dia). Após a realização das primeiras posturas das fêmeas de *E. connexa*, foi
167 feita a sexagem dos adultos e realizadas 10 coletas dos ovos depositados num intervalo
168 de 24 horas. O número total de ovos de cada coleta foi mensurado e dividido pelo
169 número de fêmeas a fim de se determinar a fecundidade média. Uma parte dos ovos
170 coletados foram incubados até a eclosão das larvas de ambos os predadores para
171 determinação da taxa de fertilidade (porcentagem de larvas eclodidas).

172 As médias de fecundidade e fertilidade obtidas a partir de cada coleta foram
173 calculadas e comparadas com as médias de fecundidade e fertilidade obtidas na
174 testemunha de cada bioensaio.

175

176 **Bioensaios com ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

177 No bioensaio com ovos, foram utilizadas quatro repetições com 24 ovos cada,
178 em um total de 96 ovos por tratamento. A pulverização se deu através de uma torre de
179 Potter, previamente calibrada para realizar um depósito de calda de $2 \pm 0,2 \text{ mg cm}^{-2}$. Após
180 a pulverização e secagem da calda, ovos tratados foram individualizados e
181 acondicionados em uma sala, ajustada para as mesmas condições nas quais os insetos
182 foram criados. Passados aproximadamente cinco dias, a viabilidade de ovos foi avaliada
183 e, conseqüentemente, a redução na eclosão de larvas (R.E.L.), proporcionada por cada
184 herbicida, foi calculada.

185

186 **Bioensaios com pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

187 No bioensaio com pupas, foram utilizadas quatro repetições com seis pupas
188 cada, totalizando 24 pupas por tratamento. A pulverização foi realizada em torre de
189 Potter, para obtenção de um depósito de calda de $2 \pm 0,2 \text{ mg cm}^{-2}$. Após a pulverização e
190 secagem da calda, as pupas tratadas foram individualizadas e acondicionadas em uma
191 sala, ajustada para as mesmas condições nas quais os insetos foram criados. Para pupas,
192 após aproximadamente uma semana, determinou-se a viabilidade e a redução na
193 emergência de adultos (R.E.A.) causada pelos herbicidas. Os adultos emergidos de
194 pupas tratadas foram avaliados para verificação de possíveis efeitos subletais na
195 fecundidade e fertilidade. A fim de avaliar os referidos parâmetros reprodutivos, 7 a 11
196 casais de adultos foram agrupados em gaiolas (15,5cm de altura x 18,5cm de diâmetro)

197 e, aproximadamente uma semana após a observação das primeiras posturas, 10 amostras
198 de ovos, correspondendo cada uma aos ovos depositados em um período de 24 horas,
199 foram coletadas em 10 dias consecutivos e incubadas para determinação do número
200 médio de ovos/fêmea/dia e da porcentagem média de eclosão das larvas.

201

202 **Classificação da seletividade**

203 A mortalidade larval, a redução na eclosão de larvas e na emergência de adultos
204 foram corrigidas em função da testemunha pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener,
205 1981), e o efeito total de cada herbicida para pupas foi calculado por meio da fórmula
206 proposta por Vogt et al. (1992): $E = 100\% - (100\% - R.E.A\%) \times R1 \times R2$, em que: E =
207 efeito total (%); R.E.A.% = redução na emergência de adultos; R1 = razão entre a média
208 diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada e R2 = razão entre a
209 viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada. Os herbicidas
210 foram classificados para ovos em função da redução na eclosão de larvas e larvas e
211 pupas em função do efeito total, de acordo com as classes de toxicidade propostas pela
212 IOBC, em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente
213 nocivo (80-99%) e 4) nocivo (>99%).

214

215 **Análise estatística**

216 Os dados referentes à duração de cada estágio de desenvolvimento de larvas de
217 primeiro ínstar expostas aos herbicidas, à viabilidade de ovos e pupas, assim como as
218 médias de fecundidade e fertilidade, foram analisados de acordo com a sua distribuição
219 através do teste de normalidade de Shapiro Wilk. Apresentando distribuição normal, os
220 dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A viabilidade média de ovos
221 e pupas de cada tratamento foi comparada com a testemunha pelo teste de Dunnett,
222 enquanto a comparação das médias de fecundidade e fertilidade se deu pelo teste de
223 Tukey ($p < 0.05$). As análises estatísticas foram realizadas através do software estatístico
224 Assistat - Versão 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

225

226

RESULTADOS E DISCUSSÃO

227 **Efeito sobre larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

228 Quando as larvas de *C. externa* foram expostas ao contato residual com os
229 herbicidas, foi possível constatar que o herbicida glufosinato de amônio apresentou

230 mortalidade larval de 80% (Tabela 1), não sendo possível avaliar com segurança efeitos
231 subletais nos parâmetros reprodutivos dos adultos advindos das larvas expostas aos
232 herbicidas, pois segundo a IOBC somente devem ser avaliados os referidos parâmetros
233 quando o tratamento apresentar mortalidade inferior a 50%. O herbicida glufosinato de
234 amônio apresentou comportamento de toxicidade semelhante para as larvas de *E.*
235 *connexa*, causando mortalidade larval de 84,62% (Tabela 2). A mortalidade larval de *C.*
236 *externa* e de *E. connexa* foi pequena ou nula na quase totalidade dos herbicidas testados
237 no Bioensaio I.

238 Resultados obtidos por Ahn et al. (2001) sugerem que quando larvas de primeiro
239 ínstar de *Chrysopa pallens* (Rambur, 1838) (Neuroptera Chrysopidae) e *Harmonia*
240 *axyridis* (Pallas, 1773) (Coleoptera: Coccinellidae) são expostas ao contato residual com
241 o herbicida glufosinato de amônio em concentrações superiores a 2160 ppm obteve-se
242 mortalidade larval de 40% para larvas de *C. pallens* e de 100% para as larvas de *H.*
243 *axyridis*, resultados esses que corroboram com os do presente estudo onde o crisopídeo
244 *C. externa* e a joaninha *E. connexa* também apresentaram alta mortalidade larval quando
245 larvas neonatas foram expostas ao contato residual com o herbicida glufosinato de
246 amônio. Castilhos et al. (2013) obtiveram mortalidade larval semelhante ao presente
247 estudo para glifosato (1,440 c.i.a. %) quando testaram a seletividade de herbicidas
248 registrados para a cultura do pessegueiro sobre larvas de primeiro instar de *C. externa*
249 enquadrando o referido herbicida como inócuo as larvas do predador, sendo que não
250 foram observadas diferenças na fecundidade e fertilidade do predador. Schneider et al.
251 (2009) avaliaram o efeito sobre larvas de *C. externa* alimentadas com ovos de *Sitotroga*
252 *cerealella* Oliver, 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae) tratados com glifosato e segundo os
253 autores não houve efeitos de curto prazo sobre larvas do predador obtendo
254 sobrevivência similar ao tratamento testemunha. No entanto, o tempo de
255 desenvolvimento de larva até pupa foi significativamente menor em aproximadamente
256 dois dias no tratamento com glifosato, bem como a fecundidade e fertilidade das fêmeas
257 de *C. externa* foi afetada negativamente.

258 Quanto a fecundidade e fertilidade dos adultos advindos de larvas expostas aos
259 resíduos dos herbicidas, não foi observada redução significativa nestes parâmetros para
260 as fêmeas de *C. externa* no Bioensaio I e II quando comparadas ao tratamento
261 testemunha (Bioensaio I: Fecundidade: $F=4,3305$; $GL=4$; $p=0,0158$; Fertilidade= $F=$

262 1,2903; GL=4; p= 0,3178; Bioensaio II: Fecundidade: F=2,5393; GL=3; p=0,1056;
263 Fertilidade= F=0,7359; GL=3; p=0,5505) (Tabela 1). No Bioensaio I os herbicidas
264 bentazon e glifosato 1,200 apresentaram fecundidade significativamente superior a
265 obtida para 2,4-D amina (F=4,3305; GL=4; p=0,0158) (Tabela 1). Constatou-se que
266 herbicidas testados sobre *E. connexa* não diferiram estatisticamente da testemunha
267 quanto aos parâmetros reprodutivos fecundidade (Bioensaio 1: F=1,2113; GL=4;
268 p=0,3266; Bioensaio 2: F=1,6426; GL=4; p=0,2059) e fertilidade em ambos os
269 Bioensaios (Bioensaio I: F= 0,9203; GL=4; p= 0,4651; Bioensaio II: F=0,7326; GL=4;
270 p=0,5427) (Tabela 2).

271 Michaud e Vargas (2010) testaram o efeito dos herbicidas 2,4-D éster (1,17
272 L/ha⁻¹) e metsulfuron-metil (70 gm/ha⁻¹) utilizados na cultura do trigo e aplicados
273 topicamente sobre larvas de primeiro ínstar dos coccinelídeos *Coleomegilla maculata*
274 (DeGeer, 1775) e *Hippodamia convergens* (Guerin-Meneville, 1842) (Coleoptera:
275 Coccinellidae). Segundo os autores, 2,4-D éster resultou em mortalidades de 25% e
276 60%, respectivamente, para as duas espécies. Segundo Sterk et al. (1999) 2,4-D e
277 metsulfuron metil são relatados como herbicidas com pouca ou limitada toxicidade
278 sobre inimigos naturais em bioensaios de exposição residual.

279 Quanto ao efeito total dos herbicidas, os herbicidas 2,4-D amina, bentazon,
280 glifosato 1,200 e glifosato 1,440, iodosulfuron-metil, metsulfuron-metil e
281 pirimidinadiona, apresentaram efeito total inferior a 30% e, portanto, foram
282 classificados como inócuos (classe 1) aos predadores *C. externa* e *E. connexa*.
283 Glufosinato de amônio no entanto foi classificado de acordo com a mortalidade larval
284 sobre *C. externa* e *E. connexa* em moderadamente nocivo (classe 3) (Tabelas 1 e 2).

285

286

287 **Duração dos estágios imaturos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

288 No Bioensaio I, 2,4-D amina e bentazon diferiram significativamente da
289 testemunha quanto a duração da fase de pupa de *C. externa* (F=4,2978; GL=4;
290 p=0,0001), no entanto quando analisado a duração do período larva-adulto, esse não
291 diferiu em relação a testemunha (F= 4,2978; GL=4; p=0,0001). No Bioensaio II, apesar
292 de o herbicida glufosinato de amônio ter apresentado mortalidade larval de 80%, as
293 larvas restantes foram utilizadas para calcular a duração dos diferentes estágios imaturos

294 (Tabela 3) e foi constatado que houve diferença significativamente em relação a
295 testemunha quanto a duração do segundo instar, da fase de pré-pupa, pupa e quanto ao
296 período de larva-adulto, já metsulfuron-metil somente diferiu da testemunha quanto a
297 duração do período de pupa.

298 A duração dos diferentes estágios de desenvolvimento quando larvas do
299 predador *E. connexa* foram expostas aos herbicidas diferiram significativamente do
300 tratamento testemunha. (Tabela 4). De um modo geral, o período larva-adulto variou de
301 13,14 a 14,98 dias entre os tratamentos dos dois bioensaios. No Bioensaio I, os
302 herbicidas 2,4-D amina, bentazon e glifosato 1,200 apresentaram a duração do período
303 de desenvolvimento larva-adulto significativamente superior ao tratamento testemunha
304 ($F= 4,2978$; $GL=4$; $p=0,0001$) fato também observado no Bioensaio II para o herbicida
305 iodosulfuron-metil ($F=4,4831$; $GL=4$; $p=0,0001$).

306 Segundo Castilhos et al. (2013), não foram observadas diferenças quanto a
307 duração dos diferentes estágios de desenvolvimento do predador *C. externa* quando
308 larvas de primeiro instar foram submetidas ao contato residual com o herbicida, sendo
309 que o mesmo apresentou comportamento semelhante ao do presente estudo não
310 diferindo da testemunha quanto ao período larva-adulto (Tabela 3). Outros resultados
311 que vão de encontro aos obtidos no presente estudo quanto a duração do período de
312 desenvolvimento larva-adulto para os herbicidas 2,4-D amina e metsulfuron-metil
313 (Tabela 4), são os de Michaud e Vargas (2010) que atestam que Ally não apresentou
314 qualquer efeito sobre as larvas dos predadores *C. maculata* e *H. convergens*, no entanto,
315 2,4-D éster apesar de não ter afetado o período de desenvolvimento de *H. convergens*
316 aumentou significativamente em aproximadamente um dia o período de
317 desenvolvimento em relação a testemunha para o predador *C. maculata*.

318

319

320 **Efeito sobre ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

321 A viabilidade média de ovos, quando estes foram pulverizados com os
322 herbicidas, variou de 66,66 a 96,87% para *C. externa* e de 48,95 a 78,12 para *E.*
323 *connexa* (Figura 1). A viabilidade de ovos de *C. externa* não foi afetada
324 significativamente pela maioria dos herbicidas, com exceção de glufosinato de amônio
325 onde a viabilidade observada foi de 66,66% ($F=5,60$; $GL=8$; $p=< 0,0002$). A viabilidade

326 dos ovos da joaninha foi afetada significativamente pelos herbicidas metsulfuron-metil,
327 glufosinato de amônio e pirimidinadiona ($F=6,05$; $GL=8$; $p=<0,0001$) com taxas de
328 viabilidade observadas de 48,95; 60,41 e 57,29%, respectivamente (Figura 1).

329 Quanto a redução na eclosão de larvas, observou-se que a mesma variou entre 0
330 e 27,08 para *C. externa* e 1,04 a 37,50 para *E. connexa* (Tabela 5). Para *C. externa*
331 glufosinato de amônio foi o herbicida que apresentou o maior efeito na redução na
332 eclosão de larvas com 27,08%, portanto todos herbicidas foram sem exceção
333 classificados segundo a IOBC em inócuos (classe 1) ao predador. Pode-se perceber que
334 os ovos de *E. connexa* foram mais afetados que os do crisopídeo, sendo que os
335 herbicidas metsulfuron-metil, glufosinato de amônio e pirimidinadiona apresentaram
336 mais de 20% de redução na eclosão de larvas de *E. connexa* e somente glufosinato de
337 amônio apresentou esses valores de redução para *C. externa* (Tabela 5). O herbicida
338 metsulfuron-metil foi o que apresentou a maior redução na eclosão de larvas (37,50%)
339 sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 2) aos ovos da joaninha,
340 enquanto os outros herbicidas, todos foram considerados inócuos (classe 1) aos ovos do
341 coccinelídeo.

342 Resultados obtidos por Ahn et al. (2001) sugerem que quando ovos de *Orius*
343 *strigicollis* (Poppius, 1915) (Hemiptera: Anthocoridae) são expostos ao contato residual
344 com o herbicida glufosinato de amônio em concentrações de 67,5 a 1080 ppm
345 (ingrediente ativo), há uma viabilidade de ovos de 57,5% a 11,5%, respectivamente,
346 sendo que em concentração de 2160 (ppm de i.a) ocorre a mortalidade total dos ovos.
347 No entanto, no mesmo trabalho, os autores não encontraram qualquer efeito sobre os
348 ovos de *H. axyridis* quando expostos ao contato residual com o herbicida glufosinato de
349 amônio em concentrações de 2160 (ppm de i.a), discordando dos dados obtidos no
350 presente estudo onde glufosinato de amônio diferiu significativamente da testemunha
351 tanto para *C. externa* como *E. connexa* (Figura 1). Apesar do reduzido número de
352 trabalhos que abordam o efeito de herbicidas sobre ovos de predadores, Castilhos et al.
353 (2014) avaliando a seletividade de glifosato sobre os ovos de *C. externa*, obtiveram
354 resultados que vão de encontro aos do presente estudo, sendo que os autores detectaram
355 ausência de efeito do herbicida sobre a viabilidade de ovos e redução na eclosão de
356 larvas, também classificando o herbicida como inócuo (classe 1) aos ovos do referido
357 predador (Tabela 5).

358 De modo geral, segundo Klowden (2007), o ovo dos insetos é constituído por
359 um núcleo, um citoplasma e envolto por um invólucro formado pelo envelope
360 vitelínico, por uma camada de ceras e pelo córion, este último constituído pelo
361 endocóron e pelo exocóron. O córion é uma estrutura bastante complexa, sendo que
362 mais de 90% deste é constituído por proteínas. Acredita-se, portanto, que a constituição
363 do córion, notadamente, a presença da camada de ceras, pode influenciar na retenção de
364 certa quantidade de substâncias químicas, com isso, apesar dos herbicidas metsulfuron-
365 metil, glufosinato de amônio e pirimidinadiona terem reduzido significativamente a
366 viabilidade dos ovos não causaram tanta toxicidade as larvas de ambos os predadores.
367 Cabe ressaltar que, no presente estudo, a avaliação da toxicidade dos herbicidas sobre
368 ovos se restringiu à verificação da redução na eclosão das larvas, porém possíveis
369 efeitos subletais, como alterações na duração do período embrionário e efeitos nocivos
370 em larvas e adultos oriundos de ovos tratados, podem influenciar no impacto de
371 determinado herbicida sobre o estágio de ovo de *C. externa* e *E. connexa* em lavouras
372 de trigo, sendo necessários outros estudos para determinação desses possíveis efeitos.

373

374 **Efeito sobre pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

375 Efeito significativo na viabilidade de pupas de *C. externa* foi observado somente
376 para os herbicidas 2,4-D amina e bentazon ($F=9,5323$, $GL=8$, $p=0,0001$) onde 66,66 e
377 62,5% das pupas pulverizadas foram viáveis. Para os demais herbicidas, a viabilidade
378 foi semelhante a testemunha (Figura 2). A joaninha *E. connexa* não apresentou qualquer
379 diferença significativa quanto a viabilidade das pupas, sendo que todos os herbicidas
380 apresentaram comportamento semelhante a testemunha, com valores acima de 90% ($F=$
381 $0,3750$, $GL=8$, $p=0,9246$) (Figura 2).

382 Com exceção de 2,4-D amina e bentazon os herbicidas testados não causaram
383 nenhuma redução na emergência de adultos de *C. externa* (Tabela 6), já no caso de *E.*
384 *connexa* bentazon e glifosato 1,200 e 1,440 causaram pequenas reduções na emergência
385 de adultos (4,16%) (Tabela 7). A fecundidade dos adultos de *C. externa* emergidos de
386 pupas pulverizadas com os herbicidas não diferiu significativamente das obtidas na
387 testemunha ($F=2,9549$, $GL=8$, $p=0,0164$), no entanto a fertilidade foi estatisticamente
388 diferente do tratamento testemunha para os herbicidas 2,4-D amina e pirimidinadiona
389 ($F=9,4965$, $GL=8$, $p=0,0001$) (Tabela 6). Para *E. connexa* foi observado ausência de

390 efeito subletal significativo nos referidos parâmetros reprodutivos fecundidade
391 ($F=0,9969$, $GL=8$, $p=0,4551$) e fertilidade ($F=1,3291$, $GL=8$, $p=0,2609$) dos adultos
392 (Tabela 7).

393 Levando-se em consideração o efeito total calculado para os herbicidas, somente
394 2,4-D amina apresentou nocividade a pupas de *C. externa* (Tabela 6) e pirimidinadiona
395 para as pupas de *E. connexa* (Tabela 7), sendo ambos considerados levemente nocivos
396 (classe 2) aos predadores. Os demais herbicidas foram considerados inócuos (classe 1) a
397 pupas, com um efeito total inferior a 30%.

398 A ausência de efeito nocivo a pupas de *C. externa* para a grande maioria dos
399 herbicidas testados vai ao encontro de trabalhos como o de Castilhos et al. (2014) que
400 estudaram a seletividade do herbicida glifosato sobre pupas de *C. externa*, e observaram
401 ausência de qualquer efeito significativo sobre a viabilidade pupal e sobre a emergência
402 de adultos do predador, sendo, como no presente estudo (Tabela 6) o herbicida
403 classificado como inócuo (classe 1) as pupas de *C. externa*.

404 Não foi encontrada diferença na sobrevivência de adultos advindos de pupas
405 tratadas com os herbicidas para *E. connexa*, sugerindo dessa forma que a morfologia da
406 pupa pode ter servido como uma barreira para a penetração dos herbicidas, assim
407 protegendo o desenvolvimento dos insetos (Tabela 7). De acordo com CROFT (1990),
408 entre os fatores que afetam a susceptibilidade de insetos a substâncias químicas está a
409 constituição do tegumento, visto que pode apresentar, principalmente na fase de pupa,
410 uma camada cuticular mais impermeável dificultando a penetração dos produtos.
411 Resultados obtidos por Ahn et al. (2001) demonstram ausência de efeito de glufosinato
412 de amônio (67,5 ppm i.a.) quando testado de forma residual sobre pupas de *H. axyridis*,
413 resultado esse que vai de encontro ao do presente estudo (Tabela 7). No entanto, quando
414 o mesmo herbicida foi testado em em concentração mais elevada (1080 ppm i.a.) foi
415 obtida mortalidade larval de 77,8% do predador.

416 Micrografias eletrônicas de varredura do casulo de seda de pupas de *C. externa*
417 realizadas por Cosme et al. (2009), revelaram que o casulo apresenta diversos orifícios
418 com aproximadamente 6 μm de diâmetro, por onde ocorre a respiração do inseto e
419 possivelmente onde os herbicidas podem penetrar e atingir o inseto em seu interior. No
420 entanto, como pode-se perceber no presente estudo, somente os herbicidas 2,4-D amina
421 e bentazon foram capazes de penetrar por esses orifícios reduzindo significativamente, a

422 viabilidade pupal de *C. externa* (Figura 2), sendo que a maioria dos herbicidas não
423 conseguiram romper essa barreira oferecida pela pupa.

424 Apesar desses herbicidas terem seu alvo sobre as plantas, é importante ressaltar
425 que os produtos comerciais contém vários outros produtos químicos que não estão
426 especificados no rótulo do herbicida. Uma das razões para isso é que a informação em
427 relação aos componentes tensoativos da formulação comercial dos herbicidas é muitas
428 vezes confidencial e protegida como direito do fabricante (Chen et al., 2004). Esses
429 outros componentes presentes em um herbicida podem carregar sua própria toxicidade e
430 são relatados por provocar efeitos colaterais prejudiciais a parasitóides de ovos (Stecca
431 et al., 2016), e provavelmente o que pode ter causado a toxicidade de alguns herbicidas
432 testados no presente estudo aos predadores *C. externa* e *E. connexa*.

433 Testes em laboratório avaliando os efeitos deletérios de herbicidas não são
434 realizados com frequência para inimigos naturais. No entanto, esses testes são
435 importantes para detectar efeitos deletérios e prover dados acurados sobre efeitos letais
436 e subletais de herbicidas em inimigos naturais. O herbicidas considerados inócuos a *C.*
437 *externa* e *E. connexa* em laboratório devem ser recomendados para o uso no Manejo
438 Integrado de Pragas na cultura do trigo. No entanto, aqueles considerados levemente
439 nocivos ovos *E. connexa* 2,4-D amina pupas de *C. externa* pirimidinadiona pupas e *E.*
440 *connexa* e moderadamente nocivos como glufosinato de amônio larvas devem ser
441 testados subsequentemente em condições de semi-campo e campo. Deve-se ressaltar
442 ainda que mesmo aqueles herbicidas considerados seletivos podem apresentar efeito
443 colateral no comportamento de predação de ambos os predadores, afetando assim o
444 desempenho dos mesmos no campo. Assim, mais estudos devem ser realizados para ser
445 ter confirmação do real efeito desses herbicidas sobre os predadores na cultura do trigo.

446

447

448 **Agradecimentos**

449 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela
450 bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de
451 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

452

453

REFERÊNCIAS

454

455 Agrofit. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em:
456 <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 14
457 dez. 2015.

458

459 Ahn Y., Kim Y., Yoo J. Toxicity of the herbicide glufosinate-ammonium to predatory
460 insects and mites of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) under laboratory
461 conditions. **J Econ Entomol.** 2001; 9:157-161.

462

463 Agostinetto D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do
464 trigo. **Planta Daninha.** 2008; 26:271-278.

465

466 Biondi A. et al. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer
467 for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator
468 *Orius laevigatus*. **Chemosphere.** 2012; 87:803–812.

469

470 Carvalho C.F., Souza B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno V.H.P.
471 (Ed). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade.** Lavras:
472 UFLA, 2000. p.91-109.

473

474 Castilhos R.V. et al. Selectivity of pesticides used in peach orchards on the larval stage
475 of the predator *Chrysoperla externa* (Hagen). **Semin: Cien Agrar.** 2013; 34:3585-3596.

476

477 Castilhos R.V. et al. Seletividade de herbicidas utilizados em pessegueiro sobre ovos e
478 pupas do predador *Chrysoperla externa*. **Cienc Rural.** 2014; 44:1921-1928.

479

480 Chen C.Y., Hathaway K.M., Folt C.L. Multiple stress effects of vision herbicide, pH,
481 and food on zooplankton and larval amphibian species from forest wetlands. **Environ**
482 **Toxicol Chem.** 2004; 23:823–831.

483

484 Costa R.I.F. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa*
485 (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Cienc agrotec.** 2003: 1539-1545.

486

487 Cosme L.V. et al. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa*
488 (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arq Inst Biol.** 2009; 76: 233-238.

489

490 Croft B.A. **Arthropod biological control agents and pesticides.** New York: John Wiley
491 & Sons, 1990.

492

493 Eichler M.R., Reis, E.M. **Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de**
494 **afídios: *Cycloneda sanguinea* L., 1763 e *Eriopis connexa* (Germ., 1824)**
495 **(Coleoptera - Coccinellidae).** Passo Fundo: 1976. 24p

496

497 Gassen D.N. **Controle biológico de pulgões do trigo.** Passo Fundo: Embrapa/CNPT,
498 1988.

499

500 Guedes R.N.C. et al. Pesticide-induced stress in arthropod pests for optimized
501 Integrated Pest Management programs. **Annu Rev Entomol.** 2015; 61:301-320.

- 502 Klowden, M.J. **Physiological systems in insects**. New York: Academic Press, 2007.
503
- 504 Lamego F.P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas.
505 **Planta Daninha**. 2013; 31:521-531.
506
- 507 Mariani F., Vargas L. Manejo de plantas daninhas em trigo. **Revista Plantio Direto**.
508 2012; 1: 18-22.
509
- 510 Martinou A.F., Seraphides N., Stavrinides M.C. Lethal and behavioral effects of
511 pesticides on the insect predator *Macrolophus pygmaeus*. **Chemosphere**. 2014; 96:167-
512 173.
513
- 514 Menezes C.W.G., Soares M.A. Impacts of the control of weeds and herbicides applied
515 to natural enemies. **Revista Brasileira de Herbicidas**. 2016; 15:2-13.
516
- 517 Michaud J.P., Vargas G. Relative toxicity of three wheat herbicides to two species of
518 Coccinellidae. **Insect Sci**. 2010; 17:434–438.
519
- 520 Mills, N.J. Plant health management: biological control of insect pests. In: Van Alfen
521 N., editor. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, San Diego: Elsevier,
522 2014. p.375-387.
523
- 524 Parra, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para
525 produção de *Trichogramma*. In: Parra J.R.P., Zucchi R.A. editors. **Trichogramma e o**
526 **controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.121-150.
527
- 528 Püntener, W. **Manual for field trials in plant protection**. 2.ed. Basle: Ciba-Geigy,
529 1981. 205p.
530
- 531 Schmuck R. et al. Laboratory test system for assessing effects of plant protection products
532 on the plant dwelling insect *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). In:
533 Candolfi M.P. et al. editors. **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection**
534 **products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p.45-56.
535
- 536 Schneider M.I. et al. Impact of glyphosate on the development, fertility and
537 demography of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Ecological approach.
538 **Chemosphere**. 2009; 76:1451–1455.
539
- 540 Silva F.A.S., Azevedo C.A.V. The assistat software version 7.7 and its use in the
541 analysis of experimental data. **Afr J Agric Res**. 2016; 11:3733-3740.
542
- 543 Silva R.B. et al. Suitability of different artificial diets for development and survival of
544 stages of the predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*. **Phytoparasitica**. 2009;
545 37:115-123.
546
- 547 Stecca C.S. et al. Side-effects of glyphosate to the parasitoid *Telenomus remus* Nixon
548 (Hymenoptera: Platygasteridae). **Neotrop Entomol**. 2016; 45:192-200.
549

550 Sterk G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the
551 IOBC/WPRS – working group ‘pesticides and beneficial organisms’. **BioControl**. 1999;
552 44:99-117.

553

554 Vogt H. et al. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of
555 *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Candolfi M.P. et al. editors.
556 **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target**
557 **arthropods**. Reinheim: IOBC/ WPRS, 2000. p.27-44.

558

559 Vogt H. et al. field method for testing effects of pesticides on the green lacewing
560 *Chrysoperla carnea* Steph. **IOBC/WPRS Bull**. 1992; 15:176-182.

561

562 Zotti, M.J. et al. Seletividade de inseticidas usados na cultura do milho para ovos e
563 ninfas do predador *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822) (Dermaptera: Forficulidae). **Arq**
564 **Inst Biol**. 2010; 77:111-118.

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

581

582

583

584

585

586

587

588 **Tabela 1.** Mortalidade acumulada (%), fecundidade (nº de ovos por fêmea e dia ± EP),
 589 fertilidade (% de larvas eclodidas ± EP), efeito total e classificação da IOBC quando
 590 larvas de *Chrysoperla externa* foram expostas ao contato residual com herbicidas
 591 registrados na cultura do trigo e que tiveram mais de 50% de sobrevivência.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M(%)	Fecundidade ²	Fertilidade ²	E(%)	C
Bioensaio I						
Testemunha	---	---	22,82±1,96ab	81,68±1,81a	---	--
2,4-D amina	0,502	0,00	19,33±1,29b	76,13±4,08a	23,40	1
bentazon	0,480	0,00	27,95±1,95a	85,47±3,38a	0,00	1
pirimidinadiona	0,024	0,00	23,09±1,72ab	80,91±3,71a	0,00	1
glifosato 1, 200	1, 200	0,00	27,27±2,30a	78,69±1,32a	0,00	1
tiametoxam+lambda-cialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio II						
Testemunha	---	---	22,79±2,61a	75,71±4,00a	---	--
glufosinato de amônio	0,200	80,00	---	---	80,00	3
iodosulfuron-metil	0,002	0,00	31,23±2,85a	71,84±3,57a	0,00	1
metsulfuron-metil	0,001	0,00	19,58±5,44a	78,49±2,66a	1,03	1
glifosato 1, 440	1, 440	0,00	29,00±1,09a	74,09±2,56a	0,00	1
tiametoxam+lambda-cialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	100,00	---	---	100,00	4

592 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; M= Mortalidade
 593 larval corrigida por Schneider-Orelli; E= Efeito total; C = Classes da IOBC, 1= inócuo
 594 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4=
 595 nocivo (>99%). ²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem
 596 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05). (Bioensaio I: Fecundidade:
 597 F=4,3305; GL=4; p=0,0158; Fertilidade= F= 1,2903; GL=4; p= 0,3178;) (Bioensaio II:
 598 Fecundidade: F=2,5393; GL=3; p=0,1056; Fertilidade= F=0,7359; GL=3; p=0,5505).

599

600

601

602

603

604 **Tabela 2.** Mortalidade acumulada (%), fecundidade (n° de ovos por fêmea e dia ± EP),
 605 fertilidade (% de larvas eclodidas ± EP), efeito total e classificação da IOBC quando
 606 larvas de *Eriopsis connexa* foram expostas ao contato residual com herbicidas
 607 registrados na cultura do trigo e que tiveram mais de 50% de sobrevivência.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M(%)	Fecundidade ²	Fertilidade ²	E(%)	C
Bioensaio I						
Testemunha	---	---	32,73±3,20a	75,57±3,42a	---	---
2,4-D amina	0,502	5,26	26,77±2,98a	78,21±3,12a	19,79	1
bentazon	0,480	2,63	28,64±3,78a	72,69±4,84a	18,02	1
pirimidinadiona	0,024	0,00	35,09±3,12a	63,01±10,78a	10,59	1
glifosato 1,200	1,200	0,00	28,93±2,04a	72,28±4,25a	15,44	1
tiametoxam+lambdacialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio II						
Testemunha	---	---	29,40±2,94a	77,65±3,22a	---	---
glufosinato de amônio	0,200	84,62	---	---	84,62	3
iodosulfuron-metil	0,002	0,00	30,53±3,17a	74,69±4,20a	0,10	1
metsulfuron-metil	0,001	0,00	34,21±2,17a	71,35±2,97a	1,16	1
glifosato 1,440	1,440	2,56	25,00±3,41a	72,89±1,77a	22,23	1
tiametoxam+lambdacialotrina	0,010+ 0,007	100,00	---	---	100,00	4

608 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; M= Mortalidade
 609 corrigida por Schneider-Orelli; E= Efeito total; C = Classes da IOBC, 1= inócuo
 610 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4=
 611 nocivo (>99%).²Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem
 612 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05). (Bioensaio I: Fecundidade:
 613 F=1,2113; GL=4; p=0,3266; Fertilidade: F=0.9203; GL=4; p=0,4651) (Bioensaio II:
 614 Fecundidade: F=1,6426; GL=4; p=0,2059; Fertilidade: F=0,7326; GL=4; p=0,5427)

615

616

617

618

619

620

621 **Tabela 3.** Duração (nº de dias \pm EP) dos ínstarres larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de *Chrysoperla*
 622 *externa* quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com herbicidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Duração (Dias)					
		1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Pré-pupa	Pupa	Larva-Adulto
Bioensaio I							
Testemunha	---	2,15 \pm 0,05a	3,00 \pm 0,11ab	3,90 \pm 0,28ab	3,96 \pm 0,17a	7,43 \pm 0,08a	19,87 \pm 0,17ab
2,4-D amina	0,502	2,17 \pm 0,06a	3,20 \pm 0,11ab	3,65 \pm 0,12ab	3,89 \pm 0,07a	6,81 \pm 0,10b	19,73 \pm 0,16ab
bentazon	0,480	2,32 \pm 0,07a	3,02 \pm 0,10ab	3,82 \pm 0,18ab	4,31 \pm 0,08a	6,71 \pm 0,15b	19,94 \pm 0,17a
pirimidinadiona	0,024	2,25 \pm 0,06a	3,35 \pm 0,09a	3,21 \pm 0,14b	3,87 \pm 0,14a	7,03 \pm 0,09ab	19,18 \pm 0,20b
glifosato 1, 200	1, 200	2,37 \pm 0,11a	2,90 \pm 0,11b	3,97 \pm 0,14a	4,21 \pm 0,08a	7,00 \pm 0,19ab	19,78 \pm 0,22ab
tiametoxam+lambda- cialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	---	---	---	---	---	---
Bioensaio II							
Testemunha	---	2,10 \pm 0,04a	2,35 \pm 0,07b	3,22 \pm 0,06a	3,72 \pm 0,07b	7,12 \pm 0,09b	18,52 \pm 0,18bc
glufosinato de amônio	0,200	2,10 \pm 0,04a	2,70 \pm 0,14a	3,54 \pm 0,19a	5,73 \pm 0,38a	8,33 \pm 0,88a	20,50 \pm 0,76a
iodosulfuron-metil	0,002	2,20 \pm 0,07a	2,10 \pm 0,05b	3,55 \pm 0,12a	3,87 \pm 0,11b	6,68 \pm 0,14bc	18,40 \pm 0,20bc
metsulfuron-metil	0,001	2,17 \pm 0,06a	2,22 \pm 0,06b	3,15 \pm 0,12a	3,88 \pm 0,13b	6,45 \pm 0,15c	17,88 \pm 0,23c
glifosato 1, 440	1, 440	2,20 \pm 0,06a	2,17 \pm 0,06b	3,55 \pm 0,11a	3,82 \pm 0,10b	7,10 \pm 0,09b	18,85 \pm 0,12b
tiametoxam+lambda- cialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	---	---	---	---	---	---

623 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem
 624 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05). (Bioensaio I: 1º ínstar: F=1,5403; GL=4; p=0,5405; 2º ínstar: F= 2,4865; GL=4;
 625 p=0,0373; 3º ínstar: F=2,5040; GL=4; p=0,0251; pré-pupa: F=3,1379; GL=4; p=0,0354; pupa: F=4,2978; GL=4; p=0,0001; larva-adulto:
 626 F=2,4531; GL=4; p=0,0274; Bioensaio II: 1º ínstar: F=0,6877; GL=4; p=0,43023; 2º ínstar: F=7,2738; GL=4; p=0,0001; 3º ínstar F=2,6862;
 627 GL=4; p=0,0310; pré-pupa: F=22,8060; GL=4; p=0,0001; pupa: F=8,8920; GL=4; p=0,0001; larva-adulto: F=7,7095; GL=4; p=0,0001).

628
629

630 **Tabela 4.** Duração (n° de dias ± EP) dos ínstarres larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de *Eriopis connexa*
 631 quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com herbicidas registrados para a cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Duração (Dias)						
		1° ínstar	2° ínstar	3° ínstar	4° ínstar	Pré-pupa	Pupa	Larva-Adulto
Bioensaio I								
Testemunha	---	2,47±0,09bc	2,05±0,03ab	1,53±0,08a	2,58±0,08c	1,25±0,07a	3,55±0,10ab	13,36±0,09c
2,4-D amina	0,502	2,77±0,06ab	1,62±0,8c	1,82±0,12a	3,56±0,11a	1,10±0,05ab	3,83±0,06a	14,47±0,13a
bentazon	0,480	2,60±0,9ab	2,02±0,03ab	1,70±0,07a	2,86±0,11bc	1,24±0,07ab	3,59±0,08ab	14,00±0,14ab
pirimidinadiona	0,024	2,90±0,11a	2,00±0,06b	1,72±0,08a	2,87±0,05bc	1,02±0,03b	3,32±0,11b	13,85±0,17bc
glifosato 1, 200	1, 200	2,15±0,07c	2,27±0,09a	1,72±0,08a	3,32±0,20ab	1,22±0,06ab	3,40±0,10b	14,05±0,13ab
tiametoxam+lambdacialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	---	---	---	---	---	---	---
Bioensaio II								
Testemunha	---	1,67±0,07c	1,80±0,06b	2,60±0,10a	4,13±0,17ab	1,14±0,08a	3,00±0,22a	14,41±0,33a
glufosinato de amônio	0,200	2,50±0,09a	1,50±0,09b	2,38±0,18ab	4,03±0,29ab	1,09±0,12a	3,38±0,16a	14,98±0,31a
iodosulfuron-metil	0,002	2,10±0,06b	1,77±0,10b	1,85±0,07c	3,58±0,16b	1,11±0,05a	2,71±0,11a	13,14±0,23b
metsulfuron-metil	0,001	1,92±0,08bc	1,72±0,07b	2,02±0,04bc	4,35±0,23a	1,17±0,07a	2,70±0,11a	13,90±0,3ab
glifosato 1, 440	1,440	1,95±0,11bc	2,15±0,09a	1,84±0,10c	4,18±0,11ab	1,11±0,06a	2,73±0,13a	13,87±0,21ab
tiametoxam+lambdacialotrina (Padrão)	0,010+ 0,007	---	---	---	---	---	---	---

632 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem
 633 significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05). (Bioensaio I: 1° ínstar: F=11,0829; GL=4; p=0,0001; 2° ínstar: F=12,4920; GL=4;
 634 p=0,0001; 3° ínstar: F=1,2777; GL=4; p=0,7090; 4° ínstar: F=10,1174; GL=4; p=0,0001; pré-pupa: F=2,8890; GL=4; p=0,0392; pupa:
 635 F=4,2640; GL=4; p=0,0001; larva-adulto: F=7,9718; GL=4; p=0,0001; Bioensaio II: 1° ínstar: F=12,1937; GL=4; p=0,0001; 2° ínstar:
 636 F=7,2812; GL=4; p=0,0001; 3° ínstar F=9,0349; GL=4; p=0,0001; 4° ínstar: F=2,1714; GL=4; p= 0,9185; pré-pupa: F=0,1688; GL=4;
 637 p=0,6128; pupa: F=2,4737; GL=4; p=0,0335; larva-adulto: F=4,4831; GL=4; p=0,0001).

638 **Tabela 5.** Redução na eclosão de larvas quando ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis*
 639 *connexa* foram pulverizados diretamente com herbicidas registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	<i>Chrysoperla externa</i>		<i>Eriopsis connexa</i>	
		R.E.L. ²	C ³	R.E.L. ²	C ³
Testemunha	---	---	1	---	1
2,4-D amina	0,502	3,12	1	2,08	1
bentazon	0,480	0,00	1	8,33	1
glufosinato de amônio	0,200	27,08	1	22,91	1
iodosulfuron-metil	0,002	0,00	1	18,75	1
metsulfuron-metil	0,001	0,00	1	37,50	2
pirimidinadiona	0,024	0,00	1	26,04	1
glifosato 1, 200	1,200	7,29	1	6,25	1
glifosato 1, 440	1,440	1,04	1	1,04	1

640 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ²R.E.L.= Redução
 641 na eclosão de larvas corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³C = Classes da
 642 IOBC, 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo
 643 (80-99%), 4= nocivo (>99%).

644

645

646

647

648

649

650

651

652

653

654

655

656

657

658

659 **Tabela 6.** Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos
 660 emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade para pupas de
 661 *Chrysoperla externa* pulverizadas com herbicidas registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Pupas				C ⁴
		R.E.A. ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ³	
2,4-D amina	0,502	25,00	22,09±1,70b	76,13±4,08d	51,58	2
bentazon	0,480	29,16	30,72±1,57a	85,47±3,38bcd	0,00	1
glufosinato de amônio	0,200	0,00	25,62±1,10ab	96,91±1,04ab	0,00	1
iodosulfuron-metil	0,002	0,00	22,62±2,20b	100,00±0,00a	8,72	1
metsulfuron-metil	0,001	0,00	25,48±0,79ab	92,70±2,62abc	1,49	1
pirimidinadiona	0,024	0,00	25,86±1,87ab	80,91±3,71cd	19,59	1
glifosato 1, 200	1,200	0,00	30,03±2,28ab	89,96±2,29abc	14,68	1
glifosato 1, 440	1,440	0,00	25,60±1,80ab	93,75±1,20ab	3,15	1
Testemunha	---	0,00	25,59±1,01ab	96,87±1,99ab	---	---

662 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ²R.E.A.= Redução
 663 na emergência de adultos corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³E= Efeito
 664 total (%). ⁴C= Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=
 665 moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%); *Médias seguidas pela mesma
 666 letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05).
 667 (Fecundidade: F=2,9549; GL=8; p=0,0164; Fertilidade: F=9,4965; GL:8; p=0,0001).

668

669

670

671

672

673

674

675

676

677

678

679

680 **Tabela 7.** Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos
 681 emergidos, efeito total e consequente classificação de toxicidade para pupas de *Eriopsis*
 682 *connexa* pulverizadas com herbicidas registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Pupas				
		R.E.A. ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ³	C ⁴
2,4-D amina	0,502	0,00	34,65±4,43a	79,48±6,15a	0,00	1
bentazon	0,480	4,16	33,51±2,24a	84,63±5,35a	0,00	1
glufosinato de amônio	0,200	0,00	24,67±3,42a	79,15±2,96a	24,95	1
iodosulfuron-metil	0,002	0,00	27,74±2,02a	85,73±3,80a	8,61	1
metsulfuron-metil	0,001	0,00	28,11±2,85a	87,01±3,43a	5,99	1
pirimidinadiona	0,024	0,00	24,10±5,75a	74,63±4,76a	30,88	2
glifosato 1, 200	1,200	4,16	28,42±2,50a	80,98±1,65a	15,22	1
glifosato 1, 440	1,440	4,16	27,60±2,36a	82,57±1,06a	16,07	1
Testemunha	---	0,00	30,08±4,43a	86,52±1,94a	---	---

683 ¹c.i.a.(%)= Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ²R.E.A.= Redução
 684 na emergência de adultos corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³E= Efeito
 685 total (%). ⁴C= Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=
 686 moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%); *Médias seguidas pela mesma
 687 letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0.05).
 688 (Fecundidade: F=0,9969; GL=8; p=0,4551; Fertilidade: F=1,3291; GL=8; p=0,2609).

689

690

691

692

693

694

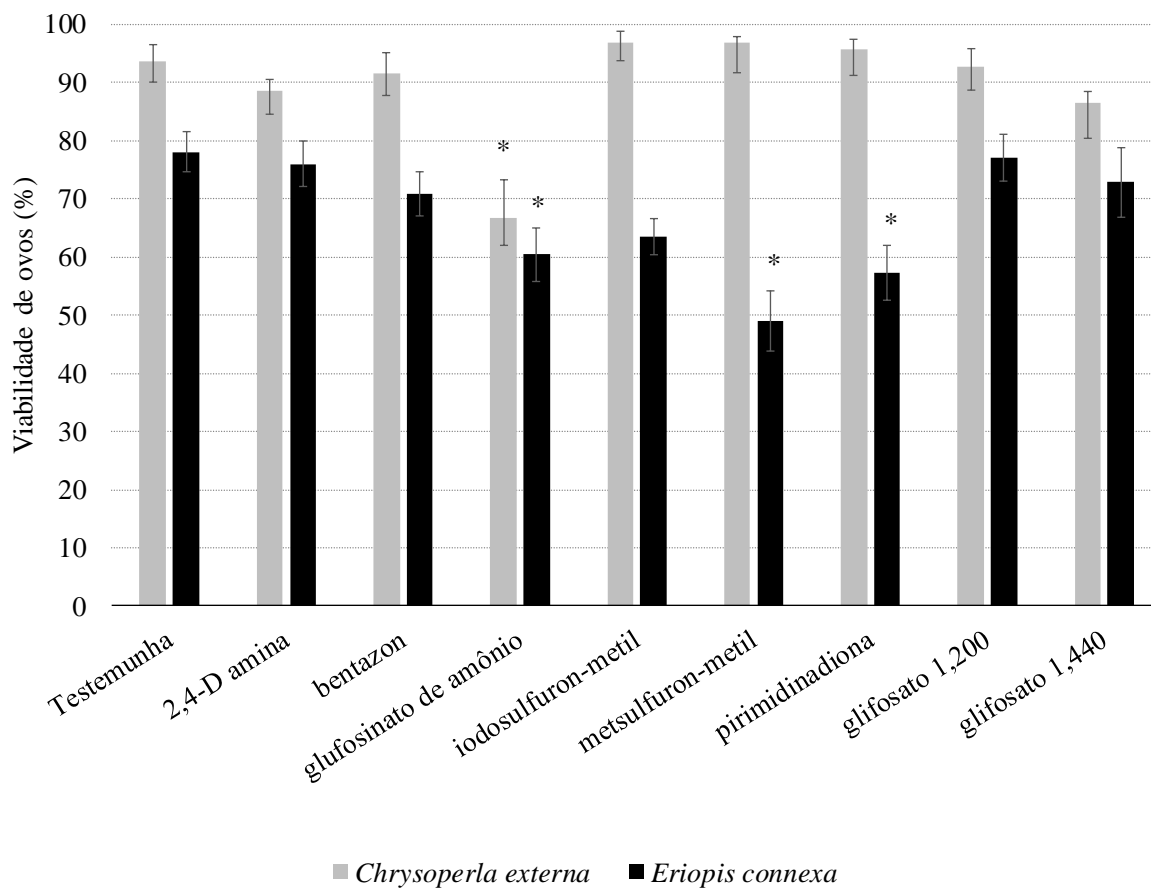
695

696

697

698

699



700

701

Figura 1. Viabilidade de ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com herbicidas registrados para a cultura do trigo.

702

703

*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0.05$).

704

(*Chrysoperla externa*: $F=5,60$; $GL=8$; $p < 0,0002$; *Eriopsis connexa*: $F=6,05$; $GL=8$;

705

$p < 0,0001$)

706

707

708

709

710

711

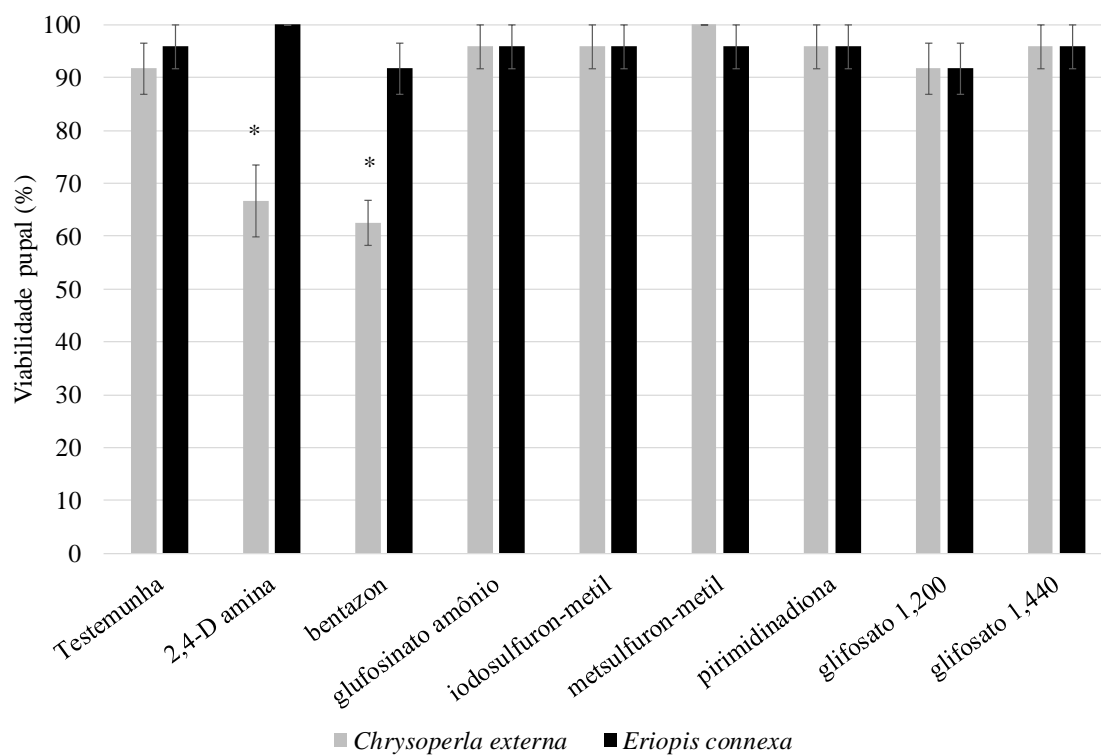
712

713

714

715

716



717

718

Figura 2. Viabilidade pupal de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com herbicidas registrados para a cultura do trigo.

719

720

*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0.05$). *Chrysoperla externa*: $F = 9,5323$, $GL = 8$, $p = 0,0001$; *Eriopsis connexa*:

721

722

$F = 0,3750$, $GL = 8$, $p = 0,9246$)

723

724

725

726

727

728

729

730

731

732

733

734

735

ARTIGO 05 – Ecotoxicology

**Seletividade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre os
estágios imaturos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

RAFAEL ANTONIO PASINI; ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER; JULIANO
DE BASTOS PAZINI; RONALDO ZANTEDESCHI, FLÁVIO DO AMARAL
BUENO

38 **Resumo** – O estudo teve por objetivo avaliar a seletividade de fungicidas utilizados para o controle de
39 doenças na cultura do trigo, sobre as fases imaturas (larva, ovo e pupa) dos predadores *Chrysoperla*
40 *externa* e *Eriopis connexa*. Os bioensaios foram conduzidos em laboratório com a exposição de larvas,
41 ovos e pupas dos predadores aos resíduos dos fungicidas segundo os métodos da International
42 Organisation for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC). Para a fase de
43 larva, os fungicidas piraclostrobina+epoxiconazole B e picoxistrobina+ciproconazole foram considerados
44 nocivos (classe 4) as larvas de *C. externa*, e piraclostrobina+epoxiconazole A nocivo (classe 4) as larvas
45 de *E. connexa*. O fungicida piraclostrobina+epoxiconazole A afetou a fase de ovo de ambos os
46 predadores, e tebuconazole A afetou *E. connexa*, sendo assim estes fungicidas foram considerados
47 levemente nocivos (classe 2). Na fase de pupa, propiconazol apresentou mais de 30% de efeito total para
48 *C. externa* e *E. connexa*, e piraclostrobina+epoxiconazole A também causou o mesmo efeito para *E.*
49 *connexa*, assim foram considerados levemente nocivos (classe 2). O fungicida
50 piraclostrobina+epoxiconazole A prejudicou as fases de ovo e larva de *C. externa* e de larva, ovo e pupa
51 de *E. connexa*.

52 **Palavras-chave:** Controle biológico, controle químico, manejo integrado de pragas, predadores, *Triticum*
53 *aestivum*.

54 **Abstract** - The study aimed to evaluate the side effects of fungicides used to control diseases in wheat
55 crop on the immature stages (larva, egg and pupa) of the predators *Chrysoperla externa* and *Eriopis*
56 *connexa*. The bioassays were conducted in the laboratory with the exposure of larvae, eggs and pupae of
57 the predators to fungicide residues according to the methods of the International Organization for
58 Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC). In the larval stage, the
59 fungicides pyraclostrobin+epoxiconazole B and picoxystrobin+ciproconazole were considered harmful
60 (class 4) larvae of *C. externa*, and pyraclostrobin+epoxiconazole A harmful (class 4) larvae of *E. connexa*.
61 The fungicide pyraclostrobin+epoxiconazole A affected the egg phase of both predators, and
62 tebuconazole A affected *E. connexa*, so these fungicides were considered slightly harmful (class 2). In the
63 pupae phase, propiconazole presented more than 30% of total effect for *C. externa* and *E. connexa*, and
64 pyraclostrobin+epoxiconazole A also had the same effect for *E. connexa*, so they were considered slightly
65 harmful (class 2). The fungicide pyraclostrobin+epoxiconazole A has impaired the egg and larva stages of
66 *C. externa* and larva, egg and pupa of *E. connexa*.

67 **Key words:** Biological control, chemical control, integrated pest management, predators, *Triticum*
68 *aestivum*.

70 **Introdução**

71 O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com significativo peso na economia agrícola
72 global. O Brasil apresenta área cultivada estimada de 2,5 milhões de hectares cultivadas com a cultura. A
73 produção anual oscila próxima a seis milhões de toneladas, e seu cultivo é predominante nas regiões Sul e
74 em menor quantidade nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (Conab, 2016).

75 A cultura do trigo no Brasil pode ser afetada por várias doenças, que estão entre os principais
76 fatores que limitam ou comprometem a sua produção do cereal (Picinini e Fernandes, 2003). Segundo as
77 indicações técnicas da cultura, os órgãos aéreos são atacados principalmente pelo oídio (*Blumeria*
78 *graminis*), a mancha amarela (*Drechslera tritici-repentis*), a septoríose (*Mycosphaerella graminicola*), a
79 mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*), ferrugem da folha e do colmo (*Puccinia triticina*), a giberela
80 (*Gibberella zeae*) e brusone (*Pyricularia grisea*) (Cunha et al. 2016). Contudo, poucas são as alternativas
81 eficazes para o controle dessas doenças, tornando o controle químico a única alternativa viável para
82 garantir o potencial produtivo da cultura (Gulart et al. 2013). O controle químico quando utilizado
83 corretamente possibilita a manutenção da produtividade da cultura, no entanto sabe-se que o controle
84 químico pode também causar danos ao agroecossistema, como possíveis efeitos deletérios sobre os
85 inimigos naturais de insetos-praga que atuam no cultivo.

86 Inimigos naturais, predadores, principalmente da família Chrysopidae e Coccinellidae prestam
87 serviços ambientais de grande importância ao agroecossistema, atuando na supressão populacional de
88 insetos-praga na cultura do trigo (Obrycki e Kring, 1998; Stanley e Preetha, 2016). Na cultura do trigo
89 existe uma grande quantidade de inimigos naturais de insetos-praga, entre eles *Chrysoperla externa*
90 (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae). O
91 crisopídeo destaca-se por sua ampla distribuição geográfica, ocorrência em habitats variados, polifagia,
92 grande capacidade de busca e alta voracidade, além de elevado potencial de reprodução, facilidade de
93 criação em laboratório e tolerância a alguns produtos fitossanitários, o que faz com que possuam alto
94 potencial para uso em programas de controle biológico (Costa et al. 2003). A joaninha por sua vez
95 também apresenta ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado em vários países da América do
96 Sul e por possuir alto potencial para redução de populações de insetos-praga, entre elas, de ácaros
97 fitófagos, pulgões, ovos e lagartas neonatas de lepidópteros, etc. (Silva et al. 2009). Na cultura do trigo os
98 dois predadores apresentam grande importância por se alimentarem do complexo de pulgões que
99 prejudicam o cultivo desse cereal.

100 Além disso, a cultura é citada na bibliografia como um dos casos de sucesso no controle biológico
101 de insetos-pragas no Brasil, sendo que o êxito desse caso de sucesso se deu pela adoção de estratégias
102 proporcionadas pelo Manejo Integrado de Pragas (MIP). Uma das mais importantes foi a conscientização
103 dos agricultores da importância da escolha e utilização de produtos químicos seletivos aos inimigos
104 naturais (Salvadori e Salles, 2002).

105 Nesse sentido a utilização de fungicidas seletivos é de suma importância para a compatibilização
106 do controle químico e do controle biológico. Porém existem poucos trabalhos que abordam a seletividade
107 na cultura do trigo, citando-se somente o de Eichler e Reis (1976). Este trabalho, porém, trata da
108 seletividade de inseticidas sobre os predadores *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus) (Coleoptera:
109 Coccinellidae) e *E. connexa*, sem qualquer informação quanto a seletividade de fungicidas para os
110 predadores *C. externa* e *E. connexa*.

111 Testes de laboratório utilizando as metodologias padronizadas pela “*International Organization for*
112 *Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants*” (IOBC) são uma das formas mais
113 rápidas de se obter resultados adequados sobre quais os produtos apresentam ou não apresentam

114 compatibilidade com os inimigos naturais, e esses resultados são de fundamental importância para a
115 compatibilização do controle químico e o biológico (Stark et al. 2007) na cultura do trigo.

116 Dessa forma, objetiva-se no presente trabalho, avaliar a seletividade de fungicidas registrados para
117 a cultura do trigo sobre os estágios imaturos (larvas, ovos e pupas) de *C. externa* e *E. connexa*, além dos
118 efeitos subletais dos produtos sobre os adultos remanescentes de larvas e pupas expostas aos resíduos dos
119 fungicidas.

120

121 **Materias e Métodos**

122 O bioensaios foram realizados a partir de uma adaptação da metodologia estabelecida pela IOBC
123 para *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) (Vogt et al. 2000) e para *Coccinella*
124 *septempunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae) (Schmuck et al. 2000). Os insetos utilizados nos
125 bioensaios foram obtidos de criação laboratorial que seguiu a metodologia adaptada de Carvalho e Souza
126 (2000) e Vogt et al. (2000) para *C. externa* e de Silva et al. (2009) para *E. connexa*.

127

128 **Fungicidas**

129 Foram avaliados 16 fungicidas registrados no AGROFIT e utilizados para o controle de doenças
130 na cultura do trigo (Agrofit, 2015) (Tabela 1). Além destes fungicidas testados, utilizou-se uma
131 testemunha negativa (ausência de fungicida) e um inseticida como padrão positivo, composto pelo
132 inseticida Engeo Pleno (lambda-cialotrina+tiametoxam) na dosagem de 0,150 L.ha⁻¹ e concentração do
133 ingrediente ativo na calda (%) de 0,010+0,007, como padrão de reconhecida toxicidade (Zotti et al. 2010).

134

135 **Bioensaio com larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

136 Cada bioensaio constituiu na exposição de 40 larvas de primeiro instar aos resíduos secos dos
137 fungicidas aplicados sobre placas de vidro (50 x 41 cm), com pulverizador pressurizado a CO₂,
138 utilizando-se um bico de aplicação de jato plano uniforme (Teejet XR110015EVS), tendo um depósito de
139 calda de aproximadamente de 2±0,2 mg.cm⁻². Com a secagem da calda aplicada nas placas, estas foram
140 transferidas para as salas de teste, com temperatura de 25±1 °C, umidade relativa 70±10% e fotofase de
141 14 horas. As placas contendo os resíduos dos fungicidas foram sobrepostas por outras placas de acrílico
142 de mesma dimensão e com orifícios de 7,5 cm de diâmetro, nestes foram acoplados copos plásticos com o
143 fundo cortado, que se constituíram as arenas de exposição.

144 Nestas arenas, larvas de primeiro instar foram adicionadas, entrando em contato com os fungicidas
145 aplicados, até a emergência de sua fase adulta. Cada tratamento constituiu na utilização de 2 placas com
146 20 arenas cada placa, tendo um total de 40 insetos, cada inseto foi considerado uma repetição para tal.
147 Com as avaliações diárias determinou-se a duração das fases de desenvolvimento de ambos os predadores
148 quando larvas de primeiro instar foram expostas aos fungicidas, a taxa de mortalidade (%) e o número de
149 adultos emergidos.

150

151 **Efeito subletal sobre larvas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

152 Também, se avaliou a performance reprodutiva (fecundidade e fertilidade) dos adultos que
153 sobreviveram a exposição dos fungicidas. Os adultos foram agrupados em gaiolas com as mesmas
154 dimensões e condições das usadas para criação. Uma semana após a emergência, os adultos foram
155 sexados e separados em casais, e uma semana após observadas as primeiras posturas, foram realizadas
156 quatro coletas de ovos depositados num intervalo de 24 horas para *C. externa* e 10 coletas para *E.*
157 *connexa*. O número total de ovos de cada coleta foi mensurado e dividido pelo total de fêmeas a fim de se
158 determinar a fecundidade média (número de ovos por fêmea/dia). Os ovos retirados das gaiolas foram
159 incubados até a eclosão das larvas para determinação da taxa de fertilidade (porcentagem de larvas
160 eclodidas). As médias de fecundidade e fertilidade obtidas a partir de cada coleta foram calculadas e
161 comparadas com as médias de fecundidade e fertilidade obtidas na testemunha de cada bioensaio.

162

163 **Bioensaios com ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

164 No bioensaio com ovos, foram utilizadas quatro repetições com 24 ovos cada, em um total de 96
165 ovos por tratamento. Após a pulverização e secagem da calda, ovos tratados foram individualizados e
166 acondicionados em uma sala, ajustada para as mesmas condições nas quais os insetos foram criados.
167 Passados aproximadamente cinco dias, a viabilidade de ovos foi avaliada e, conseqüentemente, a redução
168 na eclosão de larvas (R.E.L.), proporcionada por cada fungicida, foi calculada.

169

170 **Bioensaio com pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

171 No bioensaio com pupas, foram utilizadas quatro repetições com seis pupas cada, totalizando 24
172 pupas por tratamento. Após a pulverização e secagem da calda, as pupas tratadas foram individualizadas e
173 acondicionadas em uma sala, ajustada para as mesmas condições nas quais os insetos foram criados. Para
174 pupas, após aproximadamente uma semana, determinou-se a viabilidade e a redução na emergência de
175 adultos (R.E.A.) causada pelos fungicidas.

176

177 **Efeito subletal sobre pupas de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa***

178 Foram avaliados os adultos emergidos de pupas tratadas para verificação de possíveis efeitos
179 subletais na fecundidade e fertilidade. A fim de avaliar os referidos parâmetros reprodutivos em *C.*
180 *externa*, 7 a 11 casais de adultos foram agrupados em gaiolas (15,5cm de altura x 18,5cm de diâmetro) e
181 aproximadamente uma semana após a observação das primeiras posturas foram coletadas quatro amostras
182 de ovos, correspondendo cada uma aos ovos depositados em um período de 24 horas. Para a avaliação dos
183 parâmetros reprodutivos em *E. connexa* 7 casais de adultos foram individualizados em potes (9cm de
184 altura x 12cm de diâmetro) sendo que uma semana após a observação das primeiras posturas, foram
185 realizadas coletas diárias dos ovos por um período de 10 dias consecutivos. A partir da contagem dos
186 ovos de *C. externa* e *E. connexa*, coletados diariamente foi possível a determinação do número médio de
187 ovos/fêmea/dia. Ainda, amostras dos ovos coletados de ambos os predadores foram incubadas para
188 determinação da porcentagem média de eclosão das larvas em cada tratamento.

189

190 **Classificação da seletividade**

191 A mortalidade larval, a redução na eclosão de larvas e a redução na emergência de adultos foram
192 corrigidas pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener, 1981), e o efeito total de cada fungicida para pupas
193 foi calculado por meio da fórmula: $E = 100\% - (100\% - R.E.A\%) \times R1 \times R2$, em que: E = efeito total (%);
194 R.E.A.% = redução na emergência de adultos; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por
195 fêmea tratada e não tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada
196 e não tratada (Vogt et al. 1992). Os fungicidas foram classificados para ovos em função da redução na
197 eclosão de larvas, enquanto que para larvas e pupas a classificação se deu em função do efeito total,
198 conforme proposto pela IOBC, em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente
199 nocivo (80-99%) e 4) nocivo (>99%).

200

201 **Análise estatística**

202 Os dados referentes à duração dos estágios de desenvolvimento de larvas expostas aos
203 fungicidas, à viabilidade de ovos e pupas, assim como as médias de fecundidade e fertilidade, foram
204 analisados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro Wilk. Para aquelas variáveis que apresentaram
205 distribuição normal, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A viabilidade média de
206 ovos e pupas de cada tratamento foi comparada com a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$),
207 enquanto a comparação das médias de fecundidade e fertilidade se deu pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As
208 análises estatísticas foram realizadas através do software estatístico Assisat - Versão 7.7 (Silva e
209 Azevedo, 2016).

210

211 **Resultados e Discussão**

212 **Efeito residual sobre larvas**

213 Apesar de a mortalidade larval acumulada ter sido reduzida para a grande maioria dos fungicidas,
214 quando as larvas de *C. externa* foram expostas a tebuconazole A, picoxistrobina+ciproconazole,
215 piraclostrobina+epoxiconazole A e B apresentaram mortalidade larval superior a 30% (Tabela 2), fato
216 também observado para os fungicidas picoxistrobina+ciproconazole, piraclostrobina+ epoxiconazole A e B
217 que apresentaram mortalidade larval de 92,31; 94,74 e 100%, respectivamente a *E. connexa* (Tabela 3).
218 Não foi possível avaliar com segurança efeitos subletais nos parâmetros reprodutivos dos adultos advindos
219 das larvas de *C. externa* e *E. connexa* expostas aos fungicidas picoxistrobina+ciproconazole,
220 piraclostrobina+epoxiconazole B e piraclostrobina+epoxiconazole A, pois segundo a IOBC somente devem
221 ser avaliados os referidos parâmetros quando o tratamento apresentar mortalidade inferior a 50% (Vogt et
222 al. 2000).

223 Não foi observada qualquer redução significativa na fecundidade e fertilidade dos adultos de *C.*
224 *externa* em relação ao tratamento testemunha (Tabela 2), no entanto, para a joaninha *E. connexa* foi
225 observado redução significativa na fecundidade e fertilidade de adultos advindos de larvas expostas aos
226 resíduos de metconazol quando comparado a testemunha (Tabela 3).

227 Resultados obtidos por Bernard et al. (2010) testando os fungicidas azoxistrobina e
228 trifloxistrobina sobre o ácaro predador *Euseius victoriensis* (Womersley) (Acari: Phytoseiidae),

229 observaram que azoxistrobina, trifloxistrobina não interferiram na fecundidade das fêmeas do referido
230 predador, resultados esses similares aos obtidos para *C. externa* e *E. connexa* no presente estudo (Tabelas
231 2 e 3). Resultado semelhante ao do presente estudo para *C. externa* e *E. connexa* foram obtidos por
232 Bostanian et al. (2009) que observaram que enxofre não apresentou efeito sobre a fecundidade, quando a
233 fase imatura do ácaro predador *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) (Acari: Phytoseiidae) foi exposto aos
234 resíduos secos do fungicida.

235 Não foram encontrados na literatura informações referentes a seletividade da mistura de
236 ingredientes ativos piraclostrobina+epoxiconazole sobre o predador *C. externa* e *E. connexa*. No entanto,
237 trabalho realizado por Poletti et al. (2008) demonstraram que a mistura dos ingredientes ativos
238 metiram+piraclostrobina causou uma mortalidade de 63% a fase imatura do ácaro predador *Phytoseiulus*
239 *macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). Hautier et al. (2005) testaram a mistura
240 boscalid+piraclostrobina e classificaram o fungicida como moderadamente nocivo a larvas do predador
241 *Adalia bipunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae). Jansen et al. (2008) testaram o efeito da
242 mesma mistura boscalid+piraclostrobina WG sobre *A. bipunctata*, e observaram mortalidade larval
243 superior a 30% em laboratório, classificando o fungicida como levemente nocivo (classe 2) ao predador.
244 O presente estudo como já citado (Tabelas 2 e 3) demonstra a elevada toxicidade da mistura
245 piraclostrobina+epoxiconazole A e piraclostrobina+epoxiconazole B fato esse que possivelmente se dê
246 pela presença de piraclostrobina nas misturas, já que nos trabalhos citados (Hautier et al. 2005, Jansen et
247 al. 2008, Poletti et al. 2008) houve alta mortalidade dos fungicidas quando piraclostrobina está presente
248 nas misturas (Tabelas 2 e 3).

249 No presente estudo os fungicidas trifloxistrobina+protioconazol, trifloxistrobina+tebuconazole e
250 trifloxistrobina+ciproconazol que apresentam trifloxistrobina em sua formulação também apresentaram
251 baixa toxicidade as larvas de *C. externa* e *E. connexa* (Tabelas 2 e 3). Esses resultados vão de encontro
252 aos obtidos por James (2003) que testou o efeito do fungicida trifloxistrobina utilizado no controle de
253 doenças na cultura do lúpulo em Washinton sobre larvas de segundo/terceiro instares do coccinelídeo
254 *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) e obteve 13,3% de mortalidade larval. Bernard et
255 al. (2010) também obtiveram reduzida mortalidade a fase imatura do ácaro predador *E. victoriensis*
256 quando este foi exposto aos resíduos secos do fungicida trifloxistrobina.

257 Alguns trabalhos destacam a ausência de toxicidade de azoxistrobina sobre larvas de *C. externa*
258 (Castilhos et al. 2013) e dos coccinelídeos *C. sanguinea*, *H. axyridis* e *A. bipunctata* (Michaud, 2001;
259 Jansen et al. 2008). Trabalhos sobre ácaros predadores como o de Bernard et al. (2010) demonstram a
260 ausência de mortalidade de azoxistrobina sobre a fase imatura de *E. victoriensis*, resultado semelhantes
261 foram obtidos por Poletti et al. (2008) para azoxistrobina sobre os predadores *Neoseiulus californicus*
262 (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) e *P. macropilis*. Esses resultados estão de acordo com os obtidos no
263 presente estudo onde azoxistrobina+flutriafol, azoxistrobina e azoxistrobina+ciproconazol apresentaram
264 reduzida mortalidade larval sobre de *C. externa* e *E. connexa* (Tabelas 2 e 3). Assim, pode-se perceber
265 que esses fungicidas devido a sua reduzida toxicidade sobre predadores devem ter seu uso priorizado para
266 o manejo de doenças na cultura do trigo.

267 Resultados obtidos por alguns autores para o fungicida enxofre sobre o crisopídeo *C. externa*
268 (Silva et al. 2005; Moura et al. 2012; Silva et al. 2012) corroboram com a baixa mortalidade larval obtida
269 no presente estudo (Tabela 2). Avaliando a seletividade do fungicida enxofre sobre larvas do coccinelídeo
270 *H. axyridis*, James (2003) obteve reduzida mortalidade larval ao predador, resultado semelhante ao obtido
271 por Hautier et al. (2005) e Jansen et al. (2008) sobre *A. bipunctata*, onde este fungicida foi classificado
272 como inócuo (classe 1) ao coccinelídeo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos no presente
273 estudo para o fungicida enxofre em *E. connexa* (Tabela 3).

274 Os fungicidas tebuconazole B e tebuconazole A apresentaram 12,50 e 35% de mortalidade,
275 respectivamente as larvas de *C. externa* (Tabela 2). Castilhos et al. (2013) obtiveram mortalidade larval
276 semelhantes as obtidas para tebuconazole, e o fungicida assim como no presente estudo foi classificado
277 como levemente nocivo (classe 2) as larvas *C. externa*. Tebuconazole B e tebuconazole A apresentaram 0
278 e 8,33% de mortalidade larval para *E. connexa* (Tabela 3), resultados semelhantes aos obtidos por Poletti
279 et al. (2008), que obtiveram baixa toxicidade sobre a fase imatura dos ácaros predadores *N. californicus* e
280 *P. macropilis*. No entanto, Jansen et al. (2008) obtiveram 45% de mortalidade larval para tebuconazole (1
281 l.ha⁻¹) sobre *A. bipunctata*, fato esse que pode estar relacionado a maior concentração de tebuconazole
282 utilizada pelos autores já que no presente estudo foi utilizada uma concentração menor dos fungicidas e
283 consequentemente obtidas mortalidades larvais inferiores (Tabela 3)

284 Em relação ao efeito total calculado para os bioensaios de efeito residual sobre larvas, o
285 fungicida tebuconazol A foi classificado como levemente nocivo (classe 2),
286 piraclostrobina+epoxiconazole A foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3), e
287 picoxistrobina+ciproconazole e piraclostrobina+epoxiconazole B, foram classificados como nocivo
288 (classe 4) as larvas de *C. externa* (Tabela 2). Dos fungicidas testados sobre larvas de *E. connexa*,
289 metconazol e azoxistrobina+ciproconazol foram classificados como levemente nocivos (classe 2),
290 picoxistrobina+ciproconazole e piraclostrobina+epoxiconazole B foram enquadrados como
291 moderadamente nocivos (classe 3), e piraclostrobina+epoxiconazole A causou a total mortalidade das
292 larvas e por isso foi classificado como nocivo (classe 4) as larvas do coccinelídeo (Tabelas 3). Todos os
293 outros fungicidas foram classificados como inócuos as larvas de *C. externa* e *E. connexa* (Tabelas 2 e 3).

294 Pode-se perceber que dependendo do fungicida a classificação de seletividade foi diferente entre
295 os predadores, sendo esse fato de grande importância quando da seleção dos fungicidas para o controle de
296 doenças, pois deve-se dar sempre preferência a aqueles que foram considerados inócuos a ambos os
297 predadores.

298 A partir das avaliações diárias das larvas de primeiro instar expostas aos resíduos dos fungicidas,
299 foi determinado a duração das diferentes fases de desenvolvimento de *C. externa* (3 instares larvais, pré-
300 pupa, pupa e larva-adulto) e *E. connexa* (4 instares larvais, pré-pupa, pupa e larva-adulto). De forma geral
301 foram observadas algumas diferenças significativas em algumas fases de desenvolvimento de *C. externa* e
302 *E. connexa*, algumas dessas diferenças se apresentaram de forma isolada em algum instar e não chegaram
303 a afetar o período de desenvolvimento larva-adulto (Tabelas 4 e 5).

304 De um modo geral considerando-se os quatro Bioensaios, o período larva-adulto variou entre
305 19,10 a 24,40 dias para *C. externa* e 12,83 a 20,50 dias para *E. connexa*. Os fungicidas

306 picoxistrobina+ciproconazole e piraclostrobina+epoxiconazole B causaram 100% de mortalidade para as
307 *C. externa* e piraclostrobina+epoxiconazole A para as larvas de *E. connexa*, não sendo possível avaliar a
308 duração das diferentes fases de desenvolvimento dos predadores (Tabelas 4 e 5).

309 As larvas de *C. externa*, quando expostas aos fungicidas tebuconazole A (Bioensaio I),
310 azoxistrobina+ciproconazole (Bioensaio II), piraclostrobina+ epoxiconazole A e tebuconazole B
311 (Bioensaio III) e enxofre (Bioensaio IV) apresentaram período de desenvolvimento larva-adulto
312 significativamente superior ao observado na testemunha em 0,71; 1,00; 3,67; 0,77 e 2,23 dias,
313 respectivamente (Tabela 4).

314 Os fungicidas trifloxistrobina+tebuconazole (Bioensaio II), piraclostrobina+ epoxiconazole B
315 (Bioensaio III), picoxistrobina+ciproconazole e azoxistrobina+flutriafol (Bioensaio IV) apresentaram o
316 estágio de desenvolvimento larva-adulto significativamente superior ao tratamento testemunha para *E.*
317 *connexa* em 2,35; 5,83; 7,49; 1,66 dias, respectivamente (Tabela 5).

318 Michaud (2001) avaliou o efeito do fungicida azoxistrobina sobre larvas dos coccinélídeos
319 predadores *C. sanguinea* e *H. axyridis*, e observou que azoxistrobina não afetou a duração do período
320 larval de ambos os predadores, resultados esses que estão de acordo com os observados no presente
321 estudo, onde azoxistrobina e azoxistrobina+ciproconazol não apresentaram alteração quanto a duração do
322 período larva-adulto de *E. connexa* (Tabela 5). Nesse mesmo sentido, Castilhos et al. (2013), observaram
323 diferenças quanto a duração do período de desenvolvimento larva-adulto do predador *C. externa* quando
324 larvas de primeiro ínstar foram submetidas ao contato residual com os fungicidas azoxistrobina e
325 tebuconazole A, sendo que os mesmos apresentaram comportamento semelhante ao do presente estudo
326 não diferindo da testemunha quanto ao período larva-adulto (Tabela 4). O fungicida
327 azoxistrobina+flutriafol que apresenta azoxistrobina em sua formulação apresentou duração do período
328 larva-adulto de *E. connexa* 1,66 dias superior a testemunha (Tabela 5). Uma das possíveis explicações
329 para isso pode ser atribuída pelo fato de que o fungicida é uma mistura de ingredientes ativos e
330 consequentemente essa possa ter causado essa maior duração do período de desenvolvimento pelo fato de
331 ocorrer alguma interação entre os dois ingredientes ativos.

332

333 **Toxicidade sobre ovos de *E. connexa***

334 Quando os ovos de *C. externa* foram pulverizados com os fungicidas, observou-se que os
335 fungicidas piraclostrobina+ epoxiconazole A e tetraconazole apresentaram redução significativa da
336 viabilidade de ovos em comparação ao tratamento testemunha, com viabilidade de 60,41 e 73,95 %,
337 respectivamente (Figura 1). Todos os demais fungicidas testados apresentaram viabilidade semelhante a
338 testemunha (Figura 1). Em se tratando da redução da eclosão de larvas (R.E.L.), observou-se que com
339 exceção a piraclostrobina+ epoxiconazole A que apresentou 35,41% de redução na eclosão de larvas,
340 sendo assim classificado como levemente nocivo (classe 2), todos os outros fungicidas foram
341 considerados inócuos aos ovos de *C. externa* (Tabela 6).

342 A viabilidade de ovos de *E. connexa*, quando estes foram pulverizados com os fungicidas, variou
343 de 7,29 a 83,33% (Figura 1). A viabilidade de ovos não foi afetada significativamente pela maioria dos
344 fungicidas, com exceção dos fungicidas piraclostrobina+epoxiconazole A e tebuconazole A onde a

345 viabilidade observada foi de 7,29 e 14,58% (Figura 1). Quanto a redução na eclosão de larvas da
346 joaninha, observou-se que a mesma variou entre 0 e 76,04% (Tabela 6). Os fungicidas tebuconazole A e
347 piraclostrobina+epoxiconazole A quando aplicados sobre ovos de *E. connexa*, apresentaram maior efeito
348 na redução na eclosão de larvas com 68,75 e 76,04%, respectivamente, e foram classificados como
349 levemente nocivos (classe 2) aos ovos do predador. Todos os outros fungicidas testados foram
350 classificados como inócuos (classe 1) ao predador por terem apresentado redução na eclosão de larvas
351 inferior a 30% (Tabela 6).

352 No geral percebe-se que os ovos dos predadores quando pulverizados com os fungicidas não
353 apresentaram redução muito acentuada quando comparadas ao tratamento testemunha, sendo que dos 16
354 fungicidas testados, 14 foram considerados inócuos a *E. connexa* e 15 a *C. externa*.

355 Apesar do reduzido número de trabalhos que abordam o efeito de fungicidas sobre ovos de
356 predadores, dados obtidos por Castilhos et al. (2014) avaliando a seletividade de oito fungicidas sobre os
357 ovos de *C. externa*, vão de encontro aos de nosso estudo, sendo que os autores detectaram ausência de
358 efeito de azoxistrobina e enxofre sobre a viabilidade de ovos (Figura 1) e redução na eclosão de larvas,
359 também classificando como no presente estudo os fungicidas como inócuos (classe 1) aos ovos do
360 referido predador (Tabela 6). Resultados obtidos por Youn et al. (2003) verificaram a ausência de efeito
361 de fungicidas quando aplicados sobre ovos de *H. axyridis*, apresentando 100% de viabilidade dos ovos.
362 Ainda, trabalhos envolvendo as espécies *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) *C.*
363 *externa*, *Coccinella undecimpunctata* (Linnaeus) (Coleoptera: Coccinellidae), *C. sanguinea*, *Geocoris*
364 *pallens* (Stål) (Hemiptera: Geocoridae), *Stethorus punctum picipes* (Casey) (Coleoptera: Coccinellidae)
365 reportam a ausência de efeito de alguns inseticidas sobre a viabilidade de ovos dos predadores (Godoy et
366 al., 2004; James, 2004; Cabral et al., 2008; Rimoldi et al., 2008; Pedroso et al., 2012; Castilhos et al.
367 2014; Rugno et al., 2015).

368 Piraclostrobina+epoxiconazole A apresentou 39,58% de redução na viabilidade de ovos para *C.*
369 *externa* e os fungicidas tebuconazole A e piraclostrobina+epoxiconazole A reduziram em 85,42 e
370 92,71%, respectivamente a viabilidade de ovos de *E. connexa* (Figura 1). No caso das moléculas de
371 epoxiconazole, tebuconazole e piraclostrobina, elas apresentam valores de coeficiente de partição
372 octanol/água (log Kow), 3,58; 3,70 e 3,99, respectivamente (Pubchem, 2017). A maior toxicidade desses
373 compostos pode estar relacionada à sua lipofilicidade, o que pode aumentar a sua capacidade de
374 penetração no interior dos ovos, afetando diretamente a sobrevivência dos embriões. Além disso, os
375 produtos comerciais contêm vários outros produtos químicos em sua formulação que não estão
376 especificados no rótulo dos produtos e que podem estar associados a toxicidade observada. Porém, a
377 informação em relação aos componentes tensoativos da formulação comercial é muitas vezes confidencial
378 e protegida como direito do fabricante (Chen et al., 2004).

379 Com relação ao efeito tóxico observado para piraclostrobina+epoxiconazole A sobre a
380 viabilidade de ovos do predador, dados obtidos por Fidler et al. (2016), comprovam a toxicidade
381 observada no presente estudo (Figura 1). Segundo os autores, quando o fungicida piraclostrobina foi
382 aplicado sobre ovos de *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus) (Gastropoda: Basommatophora), observou-se que o

383 fungicida afetou significativamente a eclosão de ovos do gastrópode além de ser observada um maior
384 tempo até a eclosão.

385 O córion, é a camada externa dos ovos de insetos, apresenta normalmente textura rígida e se
386 constitui na principal barreira de proteção do embrião contra fungicidas. No entanto, o córion possui
387 aberturas ou áreas especializadas chamadas aerópilas, hidrópilas e micrópilas, as quais possibilitam as
388 trocas gasosas, hídricas e penetração do espermatozoide, respectivamente (Gallo et al., 2002). Acredita-
389 se, portanto, que a constituição do córion, notadamente, a presença da camada de ceras, pode influenciar
390 na retenção de parte dos fungicidas, com isso tornado-os pouco tóxicos aos ovos dos predadores.

391 Cabe ressaltar que, no presente estudo, a avaliação da toxicidade dos fungicidas sobre ovos se
392 restringiu à verificação da redução na eclosão das larvas, porém possíveis efeitos subletais, como
393 alterações na duração do período embrionário e efeitos nocivos em larvas e adultos oriundos de ovos
394 tratados, podem influenciar no impacto de determinado fungicida sobre o estágio de ovo de *E. connexa*
395 em lavouras de trigo.

396

397 **Toxicidade sobre pupas de *E. connexa***

398 Somente o fungicida propiconazol reduziu significativamente a viabilidade pupal de *C. externa*
399 (Figura 2), não sendo observada nenhuma redução significativa na viabilidade de pupas de *E. connexa*
400 pulverizadas com os fungicidas testados, sendo essa semelhante ao tratamento testemunha (Figura 2).

401 O fungicida propiconazol foi o que apresentou a maior redução na emergência de adultos de *C.*
402 *externa* (Tabela 7), enquanto piraclostrobina+epoxiconazole A, apresentou a maior redução na
403 emergência de adultos de *E. connexa* (Tabela 8).

404 Em relação aos parâmetros reprodutivos das fêmeas de *C. externa* advindas de pupas tratadas, foi
405 observado que piraclostrobina+ epoxiconazole B apresentou efeito subletal sobre a fecundidade,
406 reduzindo significativamente o número de ovos por fêmea quando comparado a testemunha. Os
407 fungicidas trifloxistrobina+protioconazole e trifloxistrobina+ciproconazole, por outro lado apresentaram
408 fecundidade significativamente superior a observada no tratamento testemunha (Tabela 7). Quanto a
409 fertilidade os fungicidas ciproconazole, piraclostrobina+ epoxiconazole A, tebuconazole A,
410 trifloxistrobina+ tebuconazol, piraclostrobina+ epoxiconazole B, azoxistrobina,
411 azoxistrobina+ciproconazol, tebuconazole B e propiconazol apresentaram fertilidade significativamente
412 inferior a observada no tratamento testemunha e (Tabela 7). Para *E. connexa*, não foi observado redução
413 na fecundidade, sendo que somente a fertilidade do fungicida piraclostrobina+ epoxiconazole A foi
414 reduzida significativamente (Tabela 8). Resultados obtidos por Castilhos et al. (2014) demonstram
415 ausência de efeito subletal do fungicida tebuconazole na fecundidade e fertilidade das fêmeas de *C.*
416 *externa* expostas na fase de pupa, sendo considerado como inócuo (classe 1) ao predador, resultado
417 semelhante ao obtido no presente estudo (Tabela 7).

418 A falta de efeito significativo que vários fungicidas apresentaram na fecundidade e fertilidade de
419 adultos emergidos de pupas tratadas em comparação com a testemunha (Tabelas 7 e 8) é importante para
420 a viabilização do controle biológico exercido por *C. externa* e *E. connexa* em lavouras de trigo, pois
421 populações desses predadores podem sucumbir não só em função da mortalidade ocasionada, mas

422 também por efeitos subletais que afetem a fisiologia ou o comportamento do inseto (Desneux et al. 2007).
423 Resultados obtidos por Moura et al. (2009) e Castilhos et al. (2014) para *C. externa* e por Pedroso et al.
424 (2011) para *C. sanguinea* também corroboram com a ausência de efeito nos parâmetros reprodutivos de
425 *C. externa* e *E. connexa* obtidos no presente estudo, visto que a maioria dos fungicidas avaliados pelos
426 autores não afetaram a capacidade de oviposição de *C. externa* e *E. connexa* oriundas de pupas tratadas.
427 Uma vez que o casulo de seda atua como uma barreira física, a exposição do inseto aos agrotóxicos no
428 interior da pupa se torna pouco provável, porém esta pode ocorrer na ocasião da emergência, quando o
429 inseto adulto já formado rompe o casulo e assim entra em contato com resíduos depositados na parte
430 externa do casulo (Castilhos et al., 2014). No entanto, esta possível exposição não foi suficiente para
431 interferir nos processos reprodutivos de adultos.

432 O efeito total calculado demonstrou que somente o fungicida propiconazol com 32,22% de efeito
433 total foi considerado como levemente nocivo (classe 2) as pupas do predador *C. externa*. Todos os outros
434 fungicidas foram considerados inócuos (classe 1) para a fase de pupa de *C. externa* com efeito total
435 inferior a 30% (Tabela 7). Os fungicidas piraclostrobina+epoxiconazole A e propiconazol apresentaram
436 respectivamente, 35,69 e 40,49% de efeito total para as pupas de *E. connexa*, sendo ambos considerados
437 levemente nocivos (classe 2), sendo os demais fungicidas foram considerados inócuos (classe 1) a pupas
438 de *E. connexa* (Tabela 8). O fungicida propiconazol afetou negativamente as pupas de ambos os
439 predadores e por esse motivo deve-se utilizar o produto com cuidado em momentos que os predadores se
440 apresentem predominantemente na fase de pupa no cultivo.

441 A ausência de efeito nocivo a pupas de *C. externa* para a grande maioria dos fungicidas testados
442 vai ao encontro de trabalhos como o de Castilhos et al. (2014) que estudaram a seletividade do fungicida
443 tebuconazole A sobre pupas de *C. externa*, e observaram ausência de qualquer efeito significativo sobre a
444 viabilidade pupal e sobre a emergência de adultos do predador, sendo que como no presente estudo
445 (Tabela 7), sendo o fungicida classificado como inócuo (classe 1) as pupas de *C. externa*.

446 Os fungicidas propiconazol e piraclostrobina+epoxiconazole A foram os que apresentaram a
447 maior redução na emergência de adultos de *C. externa* e *E. connexa* respectivamente, sendo que para a
448 grande maioria dos fungicidas testados não causaram nenhuma redução na emergência de adultos,
449 sugerindo dessa forma que a morfologia da pupa pode ter servido como uma barreira para a penetração
450 dos fungicidas, assim protegendo o desenvolvimento dos insetos (Tabelas 7 e 8). De acordo com Croft
451 (1990), entre os fatores que afetam a susceptibilidade de insetos a substâncias químicas está a constituição
452 do tegumento, visto que pode apresentar, principalmente na fase de pupa, uma camada cuticular mais
453 impermeável dificultando a penetração dos produtos. Ainda, micrografias eletrônicas de varredura do
454 casulo de seda de pupas de *C. externa*, realizadas por Cosme et al. (2009), revelaram que o casulo
455 apresenta diversos orifícios com aproximadamente 6 µm de diâmetro, por onde ocorre a respiração do
456 inseto, se constituindo uma barreira a mais para a penetração dos fungicidas.

457 Corroboram nesse sentido, os resultados obtidos por Fernandez (2015), onde segundo a autora a
458 fase de pupa de *H. convergens* é mais resiliente a exposição com fungicidas. Algumas observações
459 similares demonstrando a resiliência da fase de pupa a aplicação de fungicidas são demonstradas para
460 pupas de *C. carnea* (Giolo et al., 2009), pupas de *C. externa* (Castilhos et al., 2014), pupas de *C. cubana*

461 (Rugno et al., 2015) e pupas de *H. axyridis* (Youn et al., 2003; James, 2004), assim confirmando que essa
462 fase é mais tolerante tanto para crisopídeos como coccinelídeos.

463 Testes em laboratório sobre os efeitos deletérios de fungicidas não são realizados com frequência
464 para inimigos naturais, sobretudo para predadores. No entanto, esses testes são importantes para detectar
465 efeitos deletérios e fornecer dados sobre efeitos letais e subletais desses fungicidas, sendo que aqueles
466 fungicidas considerados inócuos a *C. externa* e *E. connexa* em laboratório devem ser recomendados e ter
467 preferência de utilização pelos produtores para manejo de insetos-praga na cultura do trigo. No entanto,
468 aqueles considerados levemente nocivos (classe 2), moderadamente nocivos (classe 3) e nocivos (classe
469 4) devem ser testados em testes subsequentes em condições de semi-campo e campo na cultura do trigo.
470 Cita-se o fungicida piraclostrobina+epoxiconazole A é que causou efeitos deletérios as fases de larva, ovo
471 de *C. externa* e larva, ovo e pupa de *E. connexa* e deve ser testado em bioensaios de semi-campo e campo
472 para determinação de efeitos colaterais aos predadores.

473 Deve-se ressaltar ainda que mesmo aqueles fungicidas considerados seletivos podem apresentar
474 efeito colateral no comportamento de predação do predador, afetando assim o desempenho do mesmo no
475 campo. Assim, mais estudos atacando essa frente devem ser realizados para ser ter confirmação do real
476 efeito desses fungicidas sobre os predadores *C. externa* e *E. connexa*, para garantir a performance do
477 mesmo no controle biológico de insetos-praga.

478

479 **Conclusões**

480 À fase larval de *C. externa* o fungicida tebuconazole A é levemente nocivo (classe 2) e
481 piraclostrobina+epoxiconazole A são moderadamente nocivos (classe 3), piraclostrobina+epoxiconazole
482 B e picoxistrobina+ciproconazole são nocivos (classe 4). Piraclostrobina+epoxiconazole A é levemente
483 nocivo (classe 2) a fase de ovo de *C. externa*. Propiconazol é levemente nocivo (classe 2) a fase de pupa
484 do crisopídeo.

485 Às larvas de *E. connexa* os fungicidas metconazol e azoxistrobina+ciproconazol são levemente
486 nocivos (classe 2), piraclostrobina+epoxiconazole B e picoxistrobina+ciproconazole são moderadamente
487 nocivos (classe 3) e piraclostrobina+epoxiconazole A é nocivo (classe 4). Piraclostrobina+epoxiconazole
488 A e tebuconazole A são levemente nocivos (classe 2) a fase de ovo de *E. connexa*.
489 Piraclostrobina+epoxiconazole A e propiconazol são levemente nocivos (classe 2) a fase de pupa do
490 coccinelídeo.

491

492 **Agradecimentos**

493 A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de
494 doutorado concedida ao primeiro autor e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e
495 Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

496

497 **Conflito de interesses**

498 Os autores declaram que não têm conflito de interesses.

499

500

501

502 **Referências**

- 503 Agrofit (2015) Sistema de agrotóxicos fitossanitários. [http://agrofit.agricultura.gov.br](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)
504 /agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acessado 10 de janeiro de 2017
505
- 506 Bernard MB, Cole P, Kobelt A, Horne PA, Altmann J, Wratten SD, Yen AL (2010) Reducing the impact
507 of pesticides on biological control in Australian vineyards: Pesticide mortality and fecundity effects on an
508 indicator species, the predatory mite *Euseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). J Econ Entomol
509 103:2061-2071. doi:dx.doi.org/10.1603/EC09357
510
- 511 Bostanian NJ, Thistlewood HMA, Hardman JM, Racette G (2009) Toxicity of six novel fungicides and
512 Sulphur to *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). Exp Appl Acarol 47:63-69.
513 doi:10.1007/s10493-008-9191-5
514
- 515 Cabral S, Garcia P, Soares AO (2008) Effects of pirimicarb, buprofezin and pymetrozine on survival,
516 development and reproduction of *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). Biocontrol
517 Sci Technol 18:307-318. doi:dx.doi.org/10.1080/09583150801902072
518
- 519 Carvalho CF, Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP (ed)
520 Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. UFLA, Lavras, pp 91-109
521
- 522 Castilhos RV, Grützmacher AD, Siqueira PRB, Moraes IL, Gauer CJ (2014) Seletividade de agrotóxicos
523 utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*. Cienc Rural 44:1921-
524 1928. doi:dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140248
525
- 526 Castilhos RV, Grützmacher AD, Nava DE, Zotti MJ, Siqueira PRB, Spagnol D (2013) Seletividade de
527 agrotóxicos utilizados no pessegueiro sobre o estágio larval do predador *Chrysoperla externa* (Hagen)
528 (Neuroptera: Chrysopidae). Semin: Cien Agrar 34:3585-3596. doi: dx.doi.org/10.5433/1679-
529 0359.2013v34n6Supl1p3585
530
- 531 Chen CY, Hathaway KM, Folt CL (2004) Multiple stress effects of vision herbicide, ph, and food on
532 zooplankton and larval amphibian species from forest wetlands. Environ Toxicol Chem 23:823-831.
533 doi:10.1897/03-108
534
- 535 Conab (2016) Safras – grãos. [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf)
536 uploads/arquivos/16_09_09_15_18_32_boletim_12_setembro.pdf. Acessado 21 de setembro de 2016
537
- 538 Cosme LV, Carvalho GA, Moura AP, Parreira DS (2009) Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos
539 de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Arq Inst Biol 76:233-238
540
- 541 Costa RIF, Carvalho CF, Souza B, Loreti J (2003) Influência da densidade de indivíduos na criação de
542 *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc Agrotec edição especial:1539-1545
543
- 544 Croft BA (1990) Arthropod biological control agents and pesticides. John Wiley & Sons, New York
545 Cunha GR, Caierão E, Rosa AC (2016) Informações técnicas para trigo e tritcale – safra 2016/9ª Reunião
546 da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale. 1ª ed. Biotrigo Genética, Passo Fundo
547
- 548 Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007) The sublethal effects of pesticides on beneficial
549 arthropods. Annu Rev Entomol 52:81-106. doi:10.1146/annurev.ento.52.110405.091440
550
- 551 Eichler MR, Reis EM (1976) Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídios: *Cycloneda*
552 *sanguinea* L., 1763) e *Eriopis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera - Coccinellidae). Embrapa Trigo.
553 [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/ item/142680/1/CNPT-34934.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142680/1/CNPT-34934.pdf). Acessado 26 de outubro
554 2016
- 555 Fernandez L (2015) Lethal and sublethal effects of pesticides used in western U.S. orchards on
556 *Hippodamia convergens*. Thesis, UC Berkeley
557

- 558 Fidler BN, Reategui-Zirena EG, Olson AD, Salice CJ (2016) Energetic endpoints provide early
559 indicators of life history effects in a freshwater gastropod exposed to the fungicide, pyraclostrobin.
560 Environ Pollut 211:183–190. doi:dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.018
561
- 562 Gallo D, Nakano O, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti Filho E, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB,
563 Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002) Entomologia agrícola. FEALQ, Piracicaba
564
- 565 Giolo FP, Medina P, Grützmacher AD, Viñuela E (2009) Effects of pesticides commonly used in peach
566 orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. BioControl
567 54:625–63. doi:10.1007/s10526-008-9197-2
568
- 569 Godoy MS, Carvalho GA, Moraes JC, Goussain M, Morais AA, Cosme ML (2004) Seletividade de
570 inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen)
571 (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop Entomol 33:639–646. doi:dx.doi.org/10.1590/S1519-
572 566X2004000500015
- 573
- 574 Gulart CA, Debortoli M, Madalosso M, Balardin R, Santos OS, Corte GD, Lenz G, Marques LN (2013)
575 Espectro de gotas de pulverização e controle de doenças em duas cultivares de trigo. Cienc Rural
576 43:1747–1753. doi:dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013001000003
- 577
- 578 Hautier L, Jansen JP, Mabon N, Schiffers B (2005) Selectivity lists of pesticides to beneficial arthropods
579 for IPM programs in carrot--first results. Commun Agric Appl Biol Sci 70:547–57
580
- 581 James DG (2003) Pesticide susceptibility of two coccinellids (*Stethorus punctum picipes* and *Harmonia*
582 *axyridis*) important in biological control of mites and aphids in Washington Hops. Biocontrol Sci Technol
583 13:253–259. doi:dx.doi.org/10.1080/0958315021000073510
584
- 585 James DG (2004) Effect of buprofezin on survival of immature stages of *Harmonia axyridis*, *Stethorus*
586 *punctum picipes* (Coleoptera: Coccinellidae), *Orius tristicolor* (Hemiptera: Anthocoridae), and *Geocoris*
587 spp. (Hemiptera: Geocoridae). J Econ Entomol 97:900–904. doi: dx.doi.org/10.1603/0022-
588 0493(2004)097[0900:EOBOSO]2.0.CO;2
589
- 590 Jansen JP, Hautier L, Mabon N, Schiffers B (2008) Pesticides selectivity list to beneficial arthropods in
591 four field vegetable crops. Pesticides and Beneficial Organisms. IOBC/WPRS Bull 35:66–77
592
- 593 Moura AP, Carvalho GA, Lasmar O, Moscardini VF, Rezende DT (2009) Efeitos da aplicação de
594 agrotóxicos utilizados na produção integrada de maçã sobre pupas de *Chrysoperla externa*. Cienc Rural
595 39:2285–2292. doi:dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000182
- 596 Moura AP, Carvalho GA, Botton M (2012) Residual effect of pesticides used in integrated apple
597 production on *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae. Chil J Agric Res 72:217-
598 223
599
- 600 Michaud JP (2001) Responses of two ladybeetles to eight fungicides used in Florida citrus: Implications
601 for biological control. J Insect Sci 1:1–6. doi: doi.org/10.1093/jis/1.1.6
602
- 603 Obrycki JJ, Kring TJ (1998) Predaceous coccinellidae in biological control. Annu Rev Entomol 43:295–
604 321. doi:10.1146/annurev.ento.43.1.295
605
- 606 Pedroso EC, Carvalho GA, Leite MIS, Rezende DT, Moura AP (2012) Seletividade de inseticidas
607 utilizados na cultura algodoeira a ovos e larvas de terceiro instar de *Cycloneda sanguinea*. Arq Inst Biol
608 79:61–68
609
- 610 Pedroso EC, Carvalho GA, Leite MIS, Rezende DT (2011) Seletividade de inseticidas utilizados no
611 algodoeiro sobre pupas e adultos da joaninha *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763). Arq Inst Biol
612 78:573–584
613

- 614 Picinini EC, Fernandes JMC (2003) Efeito do tratamento de sementes com fungicidas sobre o controle de
615 doenças na parte aérea do trigo. *Fitopatologia Brasileira* 28:515-520. doi: dx.doi.org/10.1590/S0100-
616 41582003000500008
- 617
- 618 Poletti M, Collette LP, Omoto C (2008) Compatibilidade de fungicidas com os ácaros predadores
619 *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Acari: Phytoseiidae). *BioAssay*
620 3:1-14. doi:dx.doi.org/10.14295/BA.v3.0.58
- 621
- 622 Pubchem (2017) National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=
623 3317081, 6422843, 86102. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/summary/summary.cgi?> Acessado 8 de
624 janeiro de 2017.
- 625
- 626 Püntener W (1981) *Manual for field trials in plant protection*. 2.ed. Ciba-Geigy, Basle
- 627
- 628 Rimoldi F, Schneider MI, Ronco AE (2008) Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera:
629 Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environ Entomol* 37:1253-157.
630 doi:dx.doi.org/10.1093/ee/37.5.1252
- 631
- 632 Rugno GR, Zanardi OZ, Yamamoto PT (2015) Are the pupae and eggs of the lacewing *Ceraeochrysa*
633 *cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides? *J Econ Entomol* 108:2630-2639.
634 doi:10.1093/jee/tov263
- 635
- 636 Salvadori JR, Salles LAB (2002) Controle biológico dos pulgões do trigo. In: Parra JRP, Botelho PSM,
637 Corrêa-Ferreira BS, Bento JMS (eds) *Controle biológico no Brasil: Parasitóides e predadores*. Manole,
638 São Paulo, pp 427-447
- 639
- 640 Schmuck R, Candolfi MP, Kleiner R, Mead-Briggs M, Moll M, Kemmeter F, Jans D, Waltersdorfer A,
641 Wilhelmy HA (2000) Laboratory test system for assessing effects of plant protection products on the plant
642 dwelling insect *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). In: Candolfi MP, Blumel S,
643 Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H
644 (eds) *Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods*. IOBC/ WPRS,
645 Reinheim, pp 45-56
- 646
- 647 Silva FAS, Azevedo CAV (2016). The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of
648 experimental data. *Afr J Agric Res* 11:3733-3740. doi:10.5897/AJAR2016.11522
- 649
- 650 Silva GA, Carvalho GA, Carvalho CF, Silva, DB (2012) Effects of pesticides on eggs of *Chrysoperla*
651 *externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and consequences on subsequent development. *Rev Colomb Entomol*
652 38: 58-63
- 653
- 654 Silva GA, Carvalho GA, Carvalho CF, Reis PR, Pereira AMAR, Cosme L (2005) Toxicidade de produtos
655 fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro a larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera:
656 Chrysopidae) e efeitos sobre as fases subsequentes do desenvolvimento do predador. *Neotrop Entomol*
657 34:951-959. doi: dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000600012
- 658
- 659 Silva RB, Zanuncio JC, Serrão JE, Lima ER, Figueiredo MLC, Cruz I (2009) Suitability of different
660 artificial diets for development and survival of stages of predaceous ladybird beetle *Eriopis connexa*
661 (Coleoptera: Coccinellidae). *Phytoparasitica* 37:115-123. doi:10.1007/s12600-008-0015-2
- 662
- 663 Stanley J, Preetha G (2016) Pesticide Toxicity to non-target organisms. In: Stanley, J.; Preetha, G. (eds.)
664 *Pesticide toxicity to arthropod predators: Exposure, toxicity and risk assessment methodologies*.
665 Dordrecht Springer, pp 1-98
- 666
- 667 Stark JD, Vargas R, Banks JE (2007) Incorporating ecologically relevant measures of pesticide effect for
668 estimating the compatibility of pesticides and biocontrol agents. *J Econ Entomol* 100:1027-1032.
669 doi:dx.doi.org/10.1093/jee/100.4.1027
- 670

- 671 Vogt H, Rumpf S, Wetzl C, Hassan SA (1992) A field method for testing effects of pesticides on the green
672 lacewing *Chrysoperla carnea* Steph. IOBC/WPRS Bull 15:176-182
673
- 674 Vogt H, Bigler F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A, Ufer A, Viñuela E,
675 Wladburger M, Waltersdorfer A (2000) Laboratory method to test effects of plant protection products on
676 larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker
677 FM, Grimm C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H (eds)
678 Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/WPRS,
679 Reinheim, pp 27-44
680
- 681 Youn YN, Seo MJ, Shin JG, Jang, C, Yu YM (2003) Toxicity of greenhouse pesticides to multicolored
682 Asian lady beetles, *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). Biol Control 28: 164-170. doi:
683 dx.doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00098-7
684
- 685 Zotti MJ, Grützmacher AD, Grützmacher DD, Castilhos RV, Martins JFS (2010) Seletividade de
686 inseticidas usados na cultura do milho para ovos e ninfas do predador *Doru lineare* (Eschscholtz, 1822)
687 (Dermaptera: Forficulidae). Arq Inst Biol 77:111-118
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728

729 **Tabela 1.** Fungicidas registrados para a cultura do trigo e utilizados nos testes de seletividade sobre
 730 *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* seguindo a metodologia proposta pela IOBC.

Produto comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	D.C.¹	c.i.a.²
Alto100	ciproconazole	Triazol	1,00	0,050
Aproach Prima	picoxistrobina+ ciproconazole	Estrobilurina+ Triazol	0,30	0,030+0,012
Authority	azoxistrobina+ flutriafol	Estrobirulina+ Triazol	0,60	0,037+0,037
Caramba 90	metconazol	Triazol	1,00	0,045
Emerald	tetraconazole	Triazol	1,00	0,062
Envoy	piraclostrobina+ epoxiconazole A	Estrobirulina+ Triazol	1,00	0,042+0,031
Folicur 200 EC	tebuconazole A	Triazol	0,75	0,075
Fox	trifloxistrobina+ protioconazol	Estrobirulina+ Triazolinthione	0,40	0,030+0,035
Kumulus DF	enxofre	Inorgânico	3,00	1,200
Nativo	trifloxistrobina+ tebuconazole	Estrobirulina+ Triazol	0,60	0,060+0,030
Opera	piraclostrobina+ epoxiconazole B	Estrobirulina+ Triazol	1,00	0,066+0,025
Priori	azoxistrobina	Estrobirulina	0,20	0,025
Priori Xtra	azoxistrobina+ ciproconazol	Estrobirulina+ Triazol	0,30	0,030+0,012
Sphere Max	trifloxistrobina+ ciproconazol	Estrobilurina + Triazol	0,25	0,046+0,020
Tebuco Nortox	tebuconazole B	Triazol	0,75	0,075
Tilt	propiconazol	Triazol	0,75	0,093

731 ¹Dosagem de campo (L ha⁻¹ do produto comercial) considerando um volume de calda de 200 L ha⁻¹
 732 (Agrofit, 2015); ²concentração (%) do ingrediente ativo na calda utilizada nos bioensaios.

733

734

735

736

737

738

739

740

741

742

743

744

745

746

747

748 **Tabela 2.** Mortalidade acumulada (%), fecundidade (nº de ovos por fêmea e dia ± EP), fertilidade (% de
 749 larvas eclodidas ± EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de *Chrysoperla externa* foram
 750 expostas ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M(%) ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ³	C ⁴
Bioensaio I						
Testemunha	---	---	22,25±2,40a	78,33±3,72a	---	---
ciproconazole	0,050	10,00	26,01±1,21a	80,43±2,60a	0,00	1
metconazol	0,045	0,00	22,34±3,34a	74,00±0,80a	7,49	1
tebuconazole A	0,075	35,00	22,50±1,38a	75,87±2,29a	32,60	2
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	5,00	23,10±1,47a	79,69±3,84a	0,00	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	---
Bioensaio II						
Testemunha	---	---	15,17±2,43a	88,65±4,25a	---	---
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	0,00	12,11±1,59a	81,43±6,54a	22,24	1
tetraconazole	0,062	8,57	13,19±1,19a	91,26±2,01a	18,17	1
trifloxistobina+ tebuconazole	0,060+0,030	11,42	15,98±2,78a	83,63±3,88a	11,98	1
propiconazol	0,093	0,00	14,78±1,34a	90,20±2,24a	0,00	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio III						
Testemunha	---	---	22,34±3,34a	75,58±4,40a	---	---
azoxistrobina	0,025	0,00	21,79±1,81a	78,18±3,56a	0,00	1
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	82,50	---	---	82,50	3
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	100,00	---	---	100,00	4
tebuconazole B	0,075	12,50	20,50±1,09a	77,79±3,75a	17,38	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio IV						
Testemunha	---	---	24,62±3,20a	77,69±6,93a	---	---
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	0,00	24,98±2,22a	80,81±2,61a	0,00	1
enxofre	1,200	0,00	25,57±1,03a	74,03±3,26a	1,05	1
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	100,00	---	---	100,00	4
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	0,00	29,14±2,38a	79,05±4,72a	0,00	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4

751 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²M= Mortalidade larval acumulada corrigida por
 752 Schneider Orelli; ³E= Efeito total; ⁴C= Classes da IOBC, 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%),
 753 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não
 754 diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

755
 756

757 **Tabela 3.** Mortalidade acumulada (%), fecundidade (número de ovos por fêmea e dia \pm EP), fertilidade (%
 758 de larvas eclodidas \pm EP), efeito total e classificação da IOBC quando larvas de *Eriopsis connexa* foram
 759 expostas ao contato residual com fungicidas registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	M(%) ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E(%) ³	C
Bioensaio I						
Testemunha	---	---	30,25 \pm 2,15ab	74,57 \pm 5,79a	---	---
ciproconazole	0,050	0,00	33,98 \pm 3,87a	73,40 \pm 9,84a	0,00	1
metconazol	0,045	0,00	22,05 \pm 1,62c	57,04 \pm 9,13b	44,23	2
tebuconazole A	0,075	8,33	28,20 \pm 5,53b	69,70 \pm 4,80a	20,13	1
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	0,00	26,64 \pm 3,08b	73,44 \pm 4,67a	13,27	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio II						
Testemunha	---	---	35,42 \pm 3,37a	79,54 \pm 3,69a	---	--
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	2,94	27,83 \pm 4,68a	70,81 \pm 3,10a	32,09	2
tetraconazole	0,062	0,00	32,29 \pm 2,74a	79,98 \pm 3,76a	8,32	1
trifloxistrobina+ tebuconazole	0,060+0,030	0,00	33,25 \pm 6,91a	73,37 \pm 3,07a	13,40	1
propiconazol	0,093	8,82	37,94 \pm 4,36a	81,29 \pm 1,79a	0,29	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio III						
Testemunha	---	---	36,17 \pm 6,91a	75,97 \pm 2,91a	---	--
azoxistrobina	0,025	0,00	33,85 \pm 3,14a	74,21 \pm 2,89a	8,56	1
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	100,00	---	---	100,00	4
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	94,74	---	---	94,74	3
tebuconazole B	0,075	0,00	31,08 \pm 1,75a	77,19 \pm 3,90a	12,67	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4
Bioensaio IV						
Testemunha	---	---	33,70 \pm 1,95a	75,51 \pm 3,71ab	---	--
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	7,70	36,09 \pm 2,42a	81,26 \pm 4,66a	0,00	1
enxofre	1,200	7,70	37,08 \pm 7,46a	68,89 \pm 4,53b	7,34	1
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	92,31	---	---	92,31	3
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	15,38	31,88 \pm 4,56a	81,41 \pm 2,79a	13,70	1
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	100,00	---	---	100,00	4

760 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²M= Mortalidade larval acumulada corrigida por
 761 Schneider Orelli; ³E= Efeito total; ⁴C= Classes da IOBC, 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%),
 762 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não
 763 diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

764 **Tabela 4.** Duração (n° de dias ± EP) dos ínstaras larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período
 765 larva-adulto de *Chrysoperla externa* quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com fungicidas
 766 registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Duração (Dias)					
		1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Pré-pupa	Pupa	Larva-Adulto
Bioensaio I							
Testemunha	---	3,07±0,04bc	3,12±0,05b	2,95±0,03b	3,85±0,13a	8,17±0,07a	21,37±,18b
ciproconazole	0,050	2,95±0,03c	3,35±0,08ab	3,62±0,07a	3,88±0,10a	8,15±0,14a	21,95±0,10ab
metconazol	0,045	3,20±0,06ab	3,37±0,34ab	3,12±0,06b	3,55±0,10a	8,22±0,07a	21,45±0,19ab
tebuconazole A	0,075	3,32±0,07a	3,62±0,09a	3,60±0,10a	3,64±0,11a	8,44±0,10a	22,08±0,08a
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	3,33±0,07a	3,42±0,09ab	3,08±0,04b	3,70±0,07a	8,30±0,07a	21,82±0,18ab
lambda-cialotrina- tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---
Bioensaio II							
Testemunha	---	3,10±0,05a	3,12±0,14a	3,14±0,13c	3,31±0,06b	7,51±0,08a	19,97±0,14b
azoxistrobina+ ciproconazol	0,060+0,030	3,11±0,05a	3,22±0,10a	3,85±0,06a	3,68±0,12ab	7,08±0,16ab	20,97±0,23a
propiconazol	0,093	3,31±0,07a	3,13±0,06a	3,60±0,08ab	3,61±0,12ab	6,02±0,17b	20,57±0,24ab
tetraconazole	0,062	3,28±0,07a	3,02±0,10a	3,21±0,10c	3,84±0,07a	7,21±0,16ab	20,57±0,33ab
trifloxistrobina+ tebuconazole	0,060+0,030	3,16±0,06a	3,32±0,08a	3,38±0,12bc	3,67±0,08ab	7,29±0,08ab	20,83±0,14ab
lambda-cialotrina- tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---
Bioensaio III							
Testemunha	---	3,08±0,05b	2,65±0,07ab	3,35±0,07c	3,52±0,08b	6,55±0,08b	19,15±0,11c
azoxistrobina	0,025	3,02±0,03b	2,40±0,07b	3,45±0,08c	3,55±0,10b	6,67±0,07b	19,10±0,13c
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	3,11±0,07b	2,74±0,19ab	5,17±0,10a	4,05±0,11a	7,74±0,14a	22,82±0,28a
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	4,72±0,07a	4,00±2,00a	---	---	---	---
tebuconazole B	0,075	3,05±0,05b	2,47±0,08b	3,95±0,10b	3,85±0,12ab	6,60±0,08b	19,92±0,19b
lambda-cialotrina- tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---
Bioensaio IV							
Testemunha	---	3,41±0,07a	3,79±0,06a	3,25±0,07b	3,87±0,05b	7,84±0,06a	22,17±0,10b
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	3,45±0,09a	3,82±0,08a	3,22±0,08b	3,90±0,04b	7,75±0,06a	22,15±0,09b
enxofre	1,200	3,62±0,07a	4,25±0,30a	5,44±0,18a	5,20±0,48a	8,20±0,48a	24,40±0,74 a
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	---	---	---	---	---	---
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	3,50±0,10a	3,80±0,08a	3,45±0,08b	4,05±0,07b	7,82±0,06a	22,65±0,17b
lambda-cialotrina- tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---

767 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas
 768 não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

769

770

771

772 **Tabela 5.** Duração (nº de dias ± EP) dos ínstares larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período
 773 larva-adulto de *Eriopsis connexa* quando o estágio larval foi exposto ao contato residual com fungicidas
 774 registrados na cultura do trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Duração (Dias)						
		1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	4º ínstar	Pré-pupa	Pupa	Larva-adulto
Bioensaio I								
Testemunha	---	1,70±0,07a	1,65±0,11a	2,02±0,09b	3,15±0,06ab	1,11±0,05ab	3,67±0,12a	13,25±0,25a
ciproconazole	0,050	1,58±0,10a	1,72±0,07a	2,37±0,08ab	3,25±0,10ab	1,02±0,02b	3,78±0,16a	13,48±0,32a
metconazol	0,045	1,55±0,11a	1,78±0,08a	2,55±0,08a	3,57±0,14ab	1,14±0,06ab	3,39±0,10a	13,83±0,30a
tebuconazole A	0,075	1,65±0,11a	1,75±0,11a	2,25±0,10ab	3,60±0,18a	1,29±0,08a	3,42±0,08a	13,26±0,27a
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	1,68±0,08a	1,70±0,12a	2,30±0,12ab	3,10±0,11b	1,17±0,07ab	3,47±0,09a	13,11±0,18a
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---	---
Bioensaio II								
Testemunha	---	1,68±0,07a	1,35±0,07b	1,87±0,07d	3,30±0,09b	1,14±0,06ab	3,76±0,14a	12,85±0,23b
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	1,62±0,08a	1,72±0,13a	2,25±0,12bc	3,20±0,13b	1,05±0,04bc	3,54±0,10a	12,83±0,17b
propiconazol	0,093	1,55±0,08ab	1,62±0,10ab	2,05±0,07cd	3,45±0,15b	1,28±0,09a	3,75±0,12a	13,12±0,23b
trifloxistrobina+ tebuconazole	0,060+0,030	1,27±0,07b	1,97±0,05a	2,62±0,08a	5,20±0,34a	0,91±0,01c	3,02±0,12b	15,20±0,38a
tetraconazole	0,062	1,47±0,07ab	1,70±0,07ab	2,42±0,08ab	3,27±0,10b	0,99±0,01bc	3,54±0,10a	13,08±0,24b
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---	---
Bioensaio III								
Testemunha	---	1,50±0,09bc	1,78±0,06c	2,45±0,07c	3,15±0,17ac	0,97±0,00a	3,42±0,24a	13,10±0,23b
azoxistrobina	0,025	1,30±0,07c	1,35±0,08b	3,00±0,13b	3,80±0,16ab	1,00±0,01a	2,82±0,07b	13,27±0,10b
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	---	---	---	---	---	---	---
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	2,00±0,00a	3,00±0,14a	5,00±0,00a	4,33±0,67a	0,93±0,03a	3,33±0,33ab	18,93±0,03a
tebuconazole B	0,075	1,62±0,08b	2,17±0,06d	2,37±0,08c	2,60±0,07d	0,98±0,00a	3,30±0,07ab	13,05±0,08b
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---	---
Bioensaio IV								
Testemunha	---	1,57±0,08c	1,80±0,06b	2,25±0,07c	3,02±0,19b	0,91±0,02c	3,45±0,15b	13,01±0,20c
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	3,30±0,07a	1,70±0,08b	1,60±0,08d	3,44±0,19b	1,05±0,03c	3,65±0,13ab	14,67±0,17b
enxofre	1,200	1,58±0,08c	1,80±0,06b	2,60±0,09b	3,02±0,02b	0,91±0,01c	3,03±0,15b	12,94±0,16c
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	2,77±0,20b	2,81±0,17a	3,42±0,20a	6,00±0,25a	1,67±0,21a	3,50±0,22ab	20,50±0,42a
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	1,62±0,08c	1,75±0,07b	2,10±0,05c	2,11±0,25c	1,23±0,07b	4,23±0,32a	13,14±0,49c
lambda-cialotrina+ tiametoxam	0,010+0,007	---	---	---	---	---	---	---

775 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não
 776 diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

777

778

779

780

781 **Tabela 6.** Redução na eclosão de larvas (R.E.L.) quando ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa*
 782 foram pulverizados diretamente com fungicidas registrados na cultura trigo.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	<i>Chrysoperla externa</i>		<i>Eriopsis connexa</i>	
		R.E.L. ²	C ³	R.E.L. ²	C ³
azoxistrobina	0,025	1,04	1	14,59	1
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	4,16	1	21,88	1
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	1,04	1	4,17	1
ciproconazole	0,050	1,04	1	7,29	1
enxofre	1,200	2,08	1	4,17	1
metconazol	0,045	3,12	1	7,29	1
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	35,41	2	76,04	2
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	1,04	1	21,88	1
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	0,00	1	10,42	1
propiconazol	0,093	3,12	1	10,42	1
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	8,33	1	0,00	1
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	0,00	1	26,04	1
trifloxistobina+ tebuconazole	0,060+0,030	1,04	1	15,63	1
tebuconazole A	0,075	5,20	1	68,75	2
tebuconazole B	0,075	3,12	1	3,13	1
tetraconazole	0,062	21,87	1	18,75	1

783 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²R.E.L.= Redução na eclosão de larvas corrigida
 784 pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³C = Classes da IOBC, 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo
 785 (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).

786

787

788

789

790

791

792

793

794 **Tabela 7.** Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total
 795 e consequente classificação de toxicidade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre pupas de
 796 *Chrysoperla externa*.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Pupas				
		R.E.A. ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E (%) ³	C ⁴
azoxistrobina	0,025	0,00	25,20±1,00b	90,34±1,06b	0,00	1
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	4,16	24,80±0,86b	89,99±1,63b	0,00	1
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	0,00	25,15±0,99b	96,87±1,04a	1,67	1
ciproconazol	0,050	0,00	25,83±1,98b	91,66±2,94b	4,47	1
enxofre	1,200	0,00	23,44±1,02b	94,79±2,62a	10,34	1
metconazol	0,045	0,00	26,65±2,27b	94,79±1,99a	0,00	1
picoxistrobina+ ciproconazole	0,030+0,012	0,00	22,97±0,58b	97,91±2,08a	9,24	1
propiconazol	0,093	20,83	22,85±0,30b	80,04±3,30c	32,22	2
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	0,00	27,17±0,71b	80,22±1,06c	0,00	1
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	0,00	17,94±0,39c	89,64±2,28b	19,37	1
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	4,16	30,54±0,96a	98,95±1,04a	0,00	1
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	0,00	31,41±3,23a	96,87±1,04a	0,00	1
trifloxistobina+ tebuconazole	0,060+0,030	0,00	25,90±0,56b	81,30±0,98c	0,00	1
tebuconazole A	0,075	0,00	24,83±0,48b	82,29±3,12c	17,56	1
tebuconazole B	0,075	0,00	24,5±0,63b	93,39±0,58b	0,00	1
tetraconazole	0,062	0,00	25,55±0,56b	95,70±0,39a	0,00	1
Testemunha	---	---	25,59±1,01b	96,87±1,99a	---	---

797 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²R.E.A.= Redução na emergência de adultos
 798 corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³E= Efeito total (%); ⁴C= Classes da IOBC: 1= inócuo
 799 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%);
 800 *Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de
 801 Tukey (p>0,05).

802
 803
 804
 805
 806
 807
 808
 809
 810
 811
 812
 813
 814

815 **Tabela 8.** Redução na emergência de adultos, fecundidade e fertilidade de adultos emergidos, efeito total e
 816 consequente classificação de toxicidade de fungicidas registrados para a cultura do trigo sobre pupas de
 817 *Eriopsis connexa*.

Tratamento	c.i.a.(%) ¹	Pupas				
		R.E.A. ²	Fecundidade*	Fertilidade*	E (%) ³	C ⁴
azoxistrobina	0,025	8,35	28,05±1,06a	83,57±2,22a	12,68	1
azoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	0,00	29,97±2,24a	79,28±3,24a	7,63	1
azoxistrobina+ flutriafol	0,037+0,037	0,00	28,87±2,60a	78,07±5,40a	12,38	1
ciproconazole	0,050	0,00	29,50±0,92a	85,67±4,89a	1,77	1
enxofre	1,200	0,00	36,53±2,42a	72,46±6,26a	0,00	1
metconazol	0,045	0,00	32,00±2,17a	85,13±1,48a	0,00	1
picoxistrobina+ ciproconazol	0,030+0,012	0,00	30,10±2,28a	79,14±6,43a	7,41	1
piraclostrobina+ epoxiconazole A	0,042+0,031	16,68	31,90±7,30a	62,25±6,10b	35,69	2
piraclostrobina+ epoxiconazole B	0,066+0,025	4,16	26,05±5,03a	74,55±5,14a	24,59	1
propiconazol	0,093	0,00	20,57±3,04a	74,41±2,48a	40,49	2
trifloxistrobina+ protioconazol	0,030+0,035	8,35	25,48±2,66a	81,45±2,72a	26,05	1
trifloxistrobina+ ciproconazol	0,046+0,020	0,00	30,10±5,42a	87,55±3,01a	0,00	1
trifloxistobina+ tebuconazole	0,060+0,030	0,00	30,30±3,18a	75,19±5,38a	11,45	1
tebuconazole A	0,075	0,00	23,37±2,32a	84,72±1,16a	23,90	1
tebuconazole B	0,075	4,16	31,32±1,55a	82,97±4,74a	0,00	1
tetraconazole	0,062	4,16	38,22±5,83a	82,64±2,91a	0,00	1
Testemunha	---	4,16	29,74±3,11a	86,52±1,94a	---	---

818 ¹c.i.a.(%)= Concentração de ingrediente ativo na calda; ²R.E.A.= Redução na emergência de adultos
 819 corrigida pela fórmula de Schneider-Orelli (%); ³E= Efeito total (%); ⁴C= Classes da IOBC: 1= inócuo
 820 (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%);
 821 *Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de
 822 Tukey (p>0,05).

823

824

825

826

827

828

829

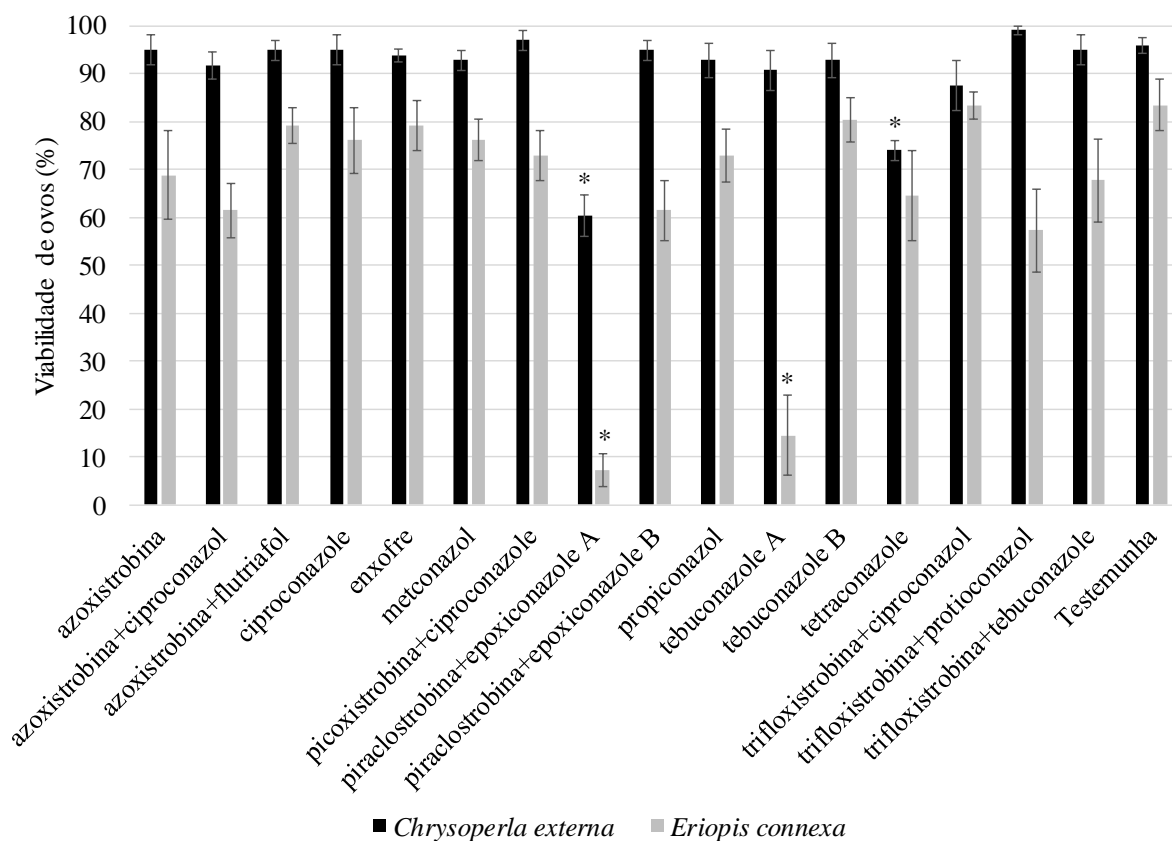
830

831

832

833

834



835

836

Figura 1. Viabilidade de ovos de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com fungicidas utilizando a máxima dosagem recomendada para a cultura do trigo.

837

*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

838

839

840

841

842

843

844

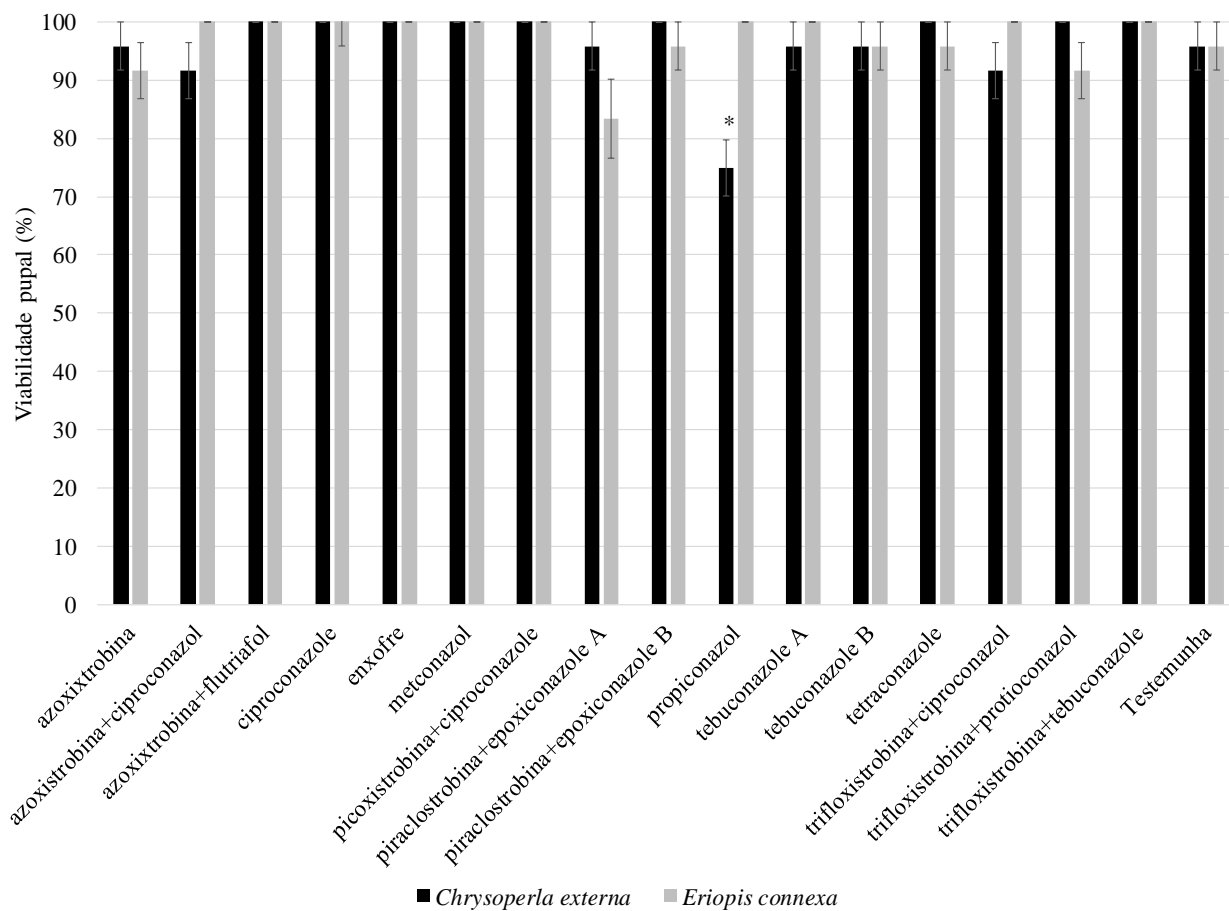
845

846

847

848

849



850

851 **Figura 2.** Viabilidade pupal de *Chrysoperla externa* e *Eriopsis connexa* pulverizados com fungicidas

852 utilizando a máxima dosagem recomendada para a cultura do trigo.

853 *Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

854

855

856

857

858

859

860

861

862

863

864

865

Conclusões

Para os agrotóxicos avaliados e nas condições em que foram realizados os bioensaios, conclui-se que:

Bioensaios de exposição residual de inseticidas sobre larvas e adultos:

Com exceção de diflubenzuron SC que é levemente nocivo as larvas de *E. connexa* os inseticidas beta-ciflutrina, diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, etofenproxi, gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina, lambda-cialotrina, lufenuron, metomil, permetrina, tiametoxam, tiametoxam+lambda-cialotrina A, tiametoxam+lambda-cialotrina B, triflumuron e zeta-cipermetrina são nocivos as larvas de *C. externa* e *E. connexa*. Os reguladores de crescimento diflubenzuron SC, diflubenzuron WP, lufenuron e triflumuron são inócuos aos adultos de *C. externa* e *E. connexa*. Os adultos de *C. externa* são mais suscetíveis aos inseticidas do que os adultos de *E. connexa*, sendo que beta-ciflutrina, etofenproxi, gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina, lambda-cialotrina, metomil, permetrina, tiametoxam, tiametoxam+lambda-cialotrina A, tiametoxam+lambda-cialotrina B e zeta-cipermetrina são nocivos aos adultos do crisopídeo.

Bioensaios de pulverização direta de inseticidas sobre ovos e pupas:

O inseticida etofenproxi é levemente nocivo aos ovos de *C. externa*. Diflubenzuron WP, etofenproxi, gama-cialotrina, imidacloprid+beta-cifluthrina, tiametoxam+lambda-cialotrina A e tiametoxam+lambda-cialotrina B são levemente nocivos e metomil é moderadamente nocivo aos ovos de *E. connexa*.

A grande maioria dos inseticidas testados é inócua a fase de pupa de *C. externa* e *E. connexa*. O inseticida imidacloprido+beta-ciflutrina é levemente nocivo

para ambas as espécies. As misturas de ingredientes ativos tiametoxam+lambda-cialotrina A e B são levemente nocivo a fase de pupa de *E. connexa*. A fase de ovo de *E. connexa* é mais sensível aos inseticidas em comparação a *C. externa*. A fase de pupa de ambos os predadores se mostrou resiliente aos resíduos dos inseticidas.

Bioensaios de persistência de inseticidas sobre larvas e adultos:

Com exceção de tiametoxam+lambda-cialotrina que é moderadamente persistente a larvas de *C. externa* e *E. connexa*, imidacloprido+beta-ciflutrina, metomil, tiametoxam e tiametoxam+lambda-cialotrina são persistentes as larvas de ambos os predadores. Os inseticidas gama-cialotrina, imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil são persistentes aos adultos de *C. externa* e imidacloprido+beta-ciflutrina e metomil aos adultos de *E. connexa*. Tiametoxam é moderadamente persistente a *C. externa* e gama-cialotrina, tiametoxam e tiametoxam+lambda-cialotrina a *E. connexa*. O inseticida tiametoxam+lambda-cialotrina é levemente persistente aos adultos de *C. externa*. A fase larval de *C. externa* e *E. connexa* é mais sensível aos inseticidas que a fase adulta.

Bioensaios de exposição residual de herbicidas sobre larvas, ovos e pupas:

Os herbicidas 2,4-D amina, bentazon, glifosato 1,200, glifosato 1,440, iodosulfuron-metil, metsulfuron-metil e pirimidinadiona são inócuos as larvas de *C. externa* e *E. connexa*. O herbicida glufosinato de amônio é moderadamente nocivo as larvas *C. externa* e *E. connexa*. Metsulfuron-metil é o único levemente nocivo aos ovos de *E. connexa*. Os herbicidas 2,4-D amina e pirimidinadiona são levemente nocivos, respectivamente, as pupas de *C. externa* e *E. connexa*.

Bioensaios de exposição residual de fungicidas sobre larvas, ovos e pupas:

Os fungicidas azoxistrobina, azoxistrobina+ciproconazol, azoxistrobina+flutriafol, ciproconazol, enxofre, metconazol, propiconazol, trifloxistrobina+ciproconazol, trifloxistrobina+protioconazol, trifloxistrobina+tebuconazole, tebuconazole B e tetraconazole são inócuos as larvas de *C. externa*. O fungicida tebuconazole A é levemente nocivo, piraclostrobina+epoxiconazole A é moderadamente nocivo, piraclostrobina+epoxiconazole B e picoxistrobina+ciproconazole são nocivos as larvas de *C. externa*. Para os ovos de *C. externa*, o

fungicida piraclostrobina+epoxiconazole A é levemente nocivo, e propiconazol é levemente nocivo as pupas do crisopídeo.

Os fungicidas azoxistrobina, azoxistrobina+flutriafol, ciproconazol, enxofre, propiconazol, trifloxistrobina+ciproconazol, trifloxistrobina+protioconazol, trifloxistobina+tebuconazole, tebuconazole A, tebuconazole B e tetraconazole são inócuos as larvas de *E. connexa*. O fungicida metconazol e azoxistrobina+ciproconazol são levemente nocivos, piraclostrobina+epoxiconazole B e picoxistrobina+ciproconazol são moderadamente nocivos, piraclostrobina+epoxiconazole A é nocivo as larvas de *E. connexa*.

Os fungicidas tebuconazole A e piraclostrobina+epoxiconazole A são levemente nocivos aos ovos de *E. connexa*, já piraclostrobina+epoxiconazole A é levemente nocivo as pupas do coccinelídeo.

Comparativo entre C. externa e E. connexa:

Em geral, dos agrotóxicos testados (inseticidas, herbicidas e fungicidas), os inseticidas foram tóxicos tanto a fase larval como adulta de *C. externa* e *E. connexa*.

A fase adulta de *C. externa* é mais suscetível aos inseticidas em relação aos adultos de *E. connexa*.

Perspectivas para novos trabalhos de seletividade

Novos estudos devem ser realizados para diflubenzuron SC e WP no sentido de explicar o motivo da diferença de toxicidade as larvas de *E. connexa*.

Investigar as moléculas gama-cialotrina e lambda-cialotrina que são semelhantes, (diferindo em isomeria) terem apresentado diferença de toxicidade aos ovos de *E. connexa*.

Determinar o motivo da fase larval de *C. externa* e *E. connexa* terem sido suscetíveis ao herbicida glufosinato de amônio.

Determinar como piraclostrobina+epoxiconazole A causou os efeitos deletérios a ambos os predadores.

Realizar estudos de persistência biológica para os outros inseticidas que foram tóxicos nos testes em laboratório a *C. externa* e *E. connexa*.

Em campo testar os inseticidas que foram tóxicos nos testes de persistência biológica a *C. externa* e *E. connexa*.

Referências

- AGROFIT: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 25 de jan. 2017.
- BARTLETT, B.R. The contact toxicity of some pesticide residues to hymenopterous parasites and coccinellid predators. *Journal of Economic Entomology*, v.56, n.5, p.694-698, 1963.
- BORTOLI, S.A.; CAETANO, A.C.; MURATA, A.T. Desenvolvimento e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.6, n.1, p.145-152, 2006.
- CAIERÃO, E. Introdução. In: **Sistemas de produção**: PIRES, J.L.F. cultivo de trigo. 4.ed. 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/index.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- CONAB. **Safras – grãos**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf>. Online. Acesso em: 25 jan. 2017.
- CUNHA, G.R.; CAIERÃO, E.; ROSA, A.C. Informações técnicas para trigo e triticales – safra 2016 / 9ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticales. 1ª ed. Passo Fundo-RS, Biotrigo Genética. 2016. 228p.
- CÁNOVAS, A.D.; FERREIRA, E. **Análise faunística do trigo (*Triticum aestivum* L.) irrigado no cerrado**. Passo fundo: Embrapa Trigo. 2004. Disponível em: <www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do37_12.htm> Acesso em: 15 jan. 2017.
- COSTA, R.I.F.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, edição especial, p.1539-1545, 2003.
- CZEPAK, C.; FERNANDES, P.M.; ALBERNAZ, K.C.; RODRIGUES, O.D.; SILVA, L.M.; SILVA, E.A.; TAKATSUKA, F.S.; BORGES, J.D. Seletividade de inseticidas ao complexo de inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.123-127, 2005.

DEGRANDE, E.P.; REIS, R.P.; CARVALHO, A.G.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, B. S. C.; BENTO, J. M. S. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 5, p. 427-447.

EICHLER, M.R.; REIS, E.M. **Seletividade fisiológica de inseticidas aos predadores de afídios: *Cycloneda sanguinea* L., 1763) e *Eriopsis connexa* (Germ., 1824) (Coleoptera - Coccinellidae)**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1976. 24p. (Boletim Técnico, nº 3).

FERNANDES M.G.; BUSSOLI, A.C.; DEGRANDE, P.E. Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hüb. e *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodoeiros no Mato Grosso do Sul. **Anais Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, n.4, p.695-701, 1999.

FOERSTER, A.L. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; FERREIRA, B.S.C.; BENTO, J.M.S. (Eds.) **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. p. 95-114.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.) **Controle Biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.13, p. 209-219.

FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.5, n.2, p.251-263, 2001.

GASSEN, D.N. Controle biológico de pulgões em trigo. Passo Fundo, Embrapa/Trigo. 1988, 12 p. (Documentos, nº 3)

HASSAN, S.A. Testing methodology and the concept of the IOBC/WPRS Working Group. In: JEPSON, P.C. (Ed.) **Pesticides and non-target invertebrates**. Wimborne, Dorset: Intercept. 1989. p.1-18.

HASSAN, S.A. The effects of pesticides on beneficial organisms: activities of the IOBC International Working Group. In: Simpósio de Controle Biológico, 4., Gramado, 1994. **Anais**. Pelotas: EMBRAPA, CPACT, 1994. p.114-118

KOGAN, M. Integrated Pest Management: historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v.43, p.243-270. 1998.

LAMEGO, F.P.; RUCHEL, Q.; KASPARY, T.E.; GALLON, M.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.31, n.3, p.521-531, 2013.

MARIANI, F.; VARGAS, L. Manejo de plantas daninhas em trigo. **Revista Plantio Direto**, v.21, n.128, p.18-22, 2012.

MASARO JÚNIOR, A.L.; SALVADORI, J.R.; LAU, D.; PEREIRA, P.R.V.S. Pragas e métodos de controle. In: **Sistemas de produção**: PIRES, J.L.F. cultivo de trigo. 4.ed. 2014. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3704&p_r_p_-996514994_topicold=1314>. Acesso em: 11 jan. 2017.

RESENDE, A.L.S.; FERREIRA, R.B.; SILVEIRA, L.C.P.; PEREIRA, L.P.S.; LANDIM, D.V.; CARVALHO, C.F. Desenvolvimento e reprodução de *Eriopis connexa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae) alimentada com recursos florais de coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Entomotropica**, v.30, n.2, p.12-19, 2015.

SALVADORI, J.R.; TONET, G.E.L. **Manejo integrado dos pulgões de trigo**. Passo Fundo, Embrapa- CNPT, 2001. 52p. (Embrapa- CNPT, Documentos, 34).

SALVADORI, J.R.; PEREIRA, P.R.S.; VOSS, M. Controle biológico de pragas do trigo. In: PINTO, A. de S.; NAVA, D. E.; ROSSI, M.M.; MALERBO-SOUZA, D. T. (Org.). **Controle biológico de pragas**: na prática. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 5, p. 55-63.

SILVA, R.A.; REIS, P.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) (Acari: Tenuipalpidae). **Coffee Science**, v.1, n.1, p.50-54, 2006.

SOARES, J.J.; SOBRINHO, F.P.C.; MELO, R.S.; FERREIRA, M.C.; ALMEIDA, C.A. **Predação de *Chrysoperla externa* sobre diferentes presas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. p.1-3. (Embrapa Algodão, Comunicado Técnico, 174).

STARÝ, P.; SAMPAIO, M.V.; BUENO, V.H.P. Aphid parasitoids (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) and their associations related to biological control in Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.51, n.1, p.107-118, 2007.

VIÑUELA, E.; HÄNDEL, U.; VOGT, H. Evaluación en campo de los efectos secundários de dos plaguicidas de origen botánico, una piretrina natural y um extracto de neem, sobre *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). **Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas**, v.22, n.1, p.97-106, 1996.

VOGT, H. Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) in the field and comparison with laboratory and semi-field results. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.17, n.10, p.71-82, 1994.

TORRES, F.Z.V.; CARVALHO, G.A.; SOUZA, J.R.; ROCHA, L.C.D. Seletividade de inseticidas a *orius insidiosus*. **Bragantia**, v.66, n.3, p.433-439, 2007.

WEBER, D.C.; LUNDGREN, J.G. Assessing the trophic ecology of the Coccinellidae: their roles as predators and as prey. **Biological Control**, v.51, n.2, p.199-214, 2009.

ZANINI, A. **Controle biológico do pulgão de trigo *Sitobion avenae* (Fabricius 1775) pelo parasitóide *Aphidius colemani* Viereck, 1912 em Medianeira, PR, Brasil.** 2004. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2004