

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

**Tese**



**Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do pessegueiro  
sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:  
Chrysopidae) em condições de laboratório e semi-campo**

**Franciele Silva De Armas**

**Pelotas, 2021.**

**Franciele Silva De Armas**

**Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do  
pessegueiro sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) 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 Doutora em Ciências (Área de conhecimento: Entomologia Agrícola).

Orientador: Dr. Anderson Dionei Grutzmacher

Coorientador: Dr. Dori Edson Nava

Pelotas, 2021.

Franciele Silva De Armas

**Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do pessegueiro  
sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:  
Chrysopidae) em condições de laboratório e semi-campo**

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências (Área de conhecimento: Entomologia Agrícola), Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 26/03/202

Banca examinadora:

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

Dori Edson Nava  
Dr. Pesquisador Embrapa Clima Temperado (Coorientador)  
Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, USP

Daniel Bernardi  
Prof. Dr. Departamento de Fitossanidade, FAEM/UFPel  
Doutor em Entomologia pela Universidade de São Paulo, USP

Edison Zefa  
Prof. Dr. Programa de Pós-Graduação em Entomologia, PPento/UFel  
Doutor em Zoologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP

Rafael Antônio Pasini  
Prof. Dr. Centro de Ensino Superior Riograndense, CESURG  
Doutor em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas, UFPel

À minha família, meus pais Emir (*in memoriam*) e Geneci,  
Aos meus irmãos Tatiara, Thielen e Daniela (*in memoriam*)  
**Dedico**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Emir (*in memorian*) e Geneci, que sempre ofereceram todo o amor, ensinamentos e suporte necessário para a condução da minha vida pessoal e profissional.

Aos meus irmãos Thielen, Tatiara e Daniela (*in memorian*) pela convivência, apoio e suporte em toda a minha trajetória.

Ao meu namorado/marido Henrique Jorge ao longo destes quatro anos, por ter me dado todo o amor e apoio possível para alcançar conquistas pessoais e profissionais.

Aos meus sogros Eliédes Ribeiro e Sidnei Jorge Junior, e ao meu cunhado Felipe Jorge por ter auxiliado aqui na cidade de Pelotas diversas vezes, não medindo esforços para que eu me sentisse confortável e em família.

As minhas amigas Tâmara Foster e Izabel Nardello, que além dos anos de amizade, foram companheiras para muitos dias no campus Capão do Leão.

Aos amigos Larissa Fernandes, Camila Lazaretti e Marcelo Eslabão pela amizade e companhia indispensáveis aqui na cidade de Pelotas.

Ao professor titular Departamento de Fitossanidade (DFs), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Dr. Anderson Dionei Grützmacher, pela orientação, que foram imprescindíveis para realização deste trabalho e estímulo profissional ao longo destes anos.

Ao Pesquisador da Embrapa Clima Temperado Dr. Dori Edson Nava, por aceitar coorientar este trabalho.

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

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

Aos membros da banca Dr. Dori Nava, Dr. Daniel Bernardi, Dr. Edison Zefa e Dr. Rafael Pasini por terem aceitado o convite para compor a banca desta avaliação.

A toda equipe de pesquisa do Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP/UFPel), em especial aos pós-graduandos Matheus Rakes, Maíra Chagas, Mikael Boelke e Jéssica Abreu por todo o auxílio dispensado nesse período. Ao colega Ronaldo Zantedeschi pela parceria de estudo, condução de experimentos e amizade ao longo dos cursos de mestrado e doutorado. À estagiaria Lisandra Furtado pelo empenho, responsabilidade e auxílio na realização dos experimentos.

A propriedade “Vinhos Nardello” representada por Izabel Nardello, pela atenção dispensada no momento da solicitação de estacas de videira, para a execução dos experimentos de persistência biológica.

Ao professor titular da Universidade Federal de Lavras, Dr. Geraldo de Carvalho pelo envio material biológico para iniciar a criação de *Chrysoperla externa*.

“Faça o teu melhor,  
na condição que você tem,  
enquanto você não tem condições melhores,  
para fazer melhor ainda”.

Mario Sergio Cortella

## Resumo

DE ARMAS, Franciele Silva. 2021. **Efeitos letais e subletais de inseticidas utilizados na cultura do pessegueiro sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório e semi-campo.** 2021. 96f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Dentre as principais frutíferas cultivadas na região Sul do Brasil, destacam-se as de clima temperado como o pessegueiro, a ameixeira e a macieira. Nessas culturas, um dos principais problemas enfrentados, tem sido o manejo de artrópodes-praga, especialmente a *Anastrepha faterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e a *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), e a principal forma de controle é a aplicação de inseticidas. Entretanto, a utilização de inseticidas como medida única para o controle, está em desacordo com o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que prevê a combinação dos controles químico e biológico. Nesse sentido, estudos de toxicidade de inseticidas a inimigos naturais, geram informações importantes para que a associação desses métodos, seja viabilizada. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a toxicidade dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe e metoxifenoziada sobre *Chrysoperla externa* Hagen, 1861 (Neuroptera: Chrysopidae), utilizando a metodologia proposta pela “*International Organization for Biological and Integrated Control*” (IOBC), através de bioensaios em laboratório sobre ovos, larvas, pupas e adultos, além de testes de persistência biológica em casa-de-vegetação. Em ovos e pupas foi realizado a pulverização direta dos inseticidas, e larvas e adultos consistiram na exposição dos insetos a resíduos pulverizados sobre placas de vidro. Os bioensaios de persistência biológica (duração da atividade nociva) de inseticidas sobre larvas e adultos, foram através da exposição dos insetos a resíduos dos inseticidas pulverizados sobre extrato foliar e avaliados em diferentes



intervalos de tempo. Em condições de laboratório, todos os inseticidas testados foram inócuos (classe 1) a ovos do predador, e somente acetamiprido + etofenproxi foi considerado como levemente nocivo (classe 2) a fase de pupa. Os efeitos dos inseticidas causaram resultados semelhantes a fase larval e adulta de *C. externa* em laboratório, no qual os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe foram nocivos (classe 4) a ambos os estágios. No que diz respeito a persistência biológica de inseticidas, espinetoram e indoxacarbe foram moderadamente persistentes (classe 3) para larvas, e somente o espinetoram apresentou-se como levemente persistente (classe 2) a adultos, os demais inseticidas, acetamiprido + etofenproxi, indoxacarbe e metoxifenoazida foram classificados como inseticidas de vida curta (classe 1) nesta avaliação. Conforme os resultados dos bioensaios em laboratório e em casa de vegetação, é evidente a diferença de suscetibilidade entre as fases de larva e adulto de *C. externa*, devendo ser priorizado a utilização dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi e metoxifenoazida, visto que não causaram efeitos deletérios na fase larval de *C. externa*, que é mais sensível aos inseticidas, favorecendo assim a viabilidade do controle biológico.

**Palavras-chave:** toxicidade de agrotóxicos, persistência biológica, controle químico, controle biológico, crisopídeo, frutíferas de clima temperado.

## Abstract

DE ARMAS, Franciele Silva. 2021. **Lethal and sublethal effects of insecticides used in peach crop on the predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory and semi-field conditions.** 2021. 96f. Thesis (Doctor Degree) - Plant Protection Graduate Program. Federal University of Pelotas, Pelotas.

Among the main fruits cultivate in the southern region of Brazil, they stand out as having a temperate climate such as peach, plum, and apple trees. In these crops, one of the main problems faced has been the management of pest arthropods, especially *Anastrepha faterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) and *Grapholita molesta* (Busck, 1916), and the main form of control is the application of pesticides. However, the use of insecticides as the only measure to control, this measure has disagreed with Integrated Pest Management (MIP), which provides for the combination of chemical and biological controls. These studies on the toxicity of pesticides to natural enemies generate important information so that the association of these methods is made possible. Thus, the objective of this work was to evaluate the toxicity of the pesticides acetamiprid + etofenprox, spinetoram, indoxacarb and methoxyfenozide on *Chrysoperla externa*, using a methodology proposed by the International Organization for Biological and Integrated Control (IOBC), through laboratory bioassays on eggs, larvae, pupae and adults, in addition to biological persistence tests in the greenhouse. Eggs and pupae were conducted direct spraying of pesticides, and larvae and adults consisted of exposing the insects to waste sprayed on glass plates. The bioassays of biological persistence (duration of harmful activity) of the pesticides on larvae and adults, were through the exposure of insects to pesticides residues sprayed on leaf extract and evaluated at different time intervals. In the laboratory conditions, all pesticides tested were harmless (class 1) to predator eggs, and only acetamiprid + etofenprox was considered to be

slightly harmful (class 2) to the pupa stage. The effects of the pesticides caused results similar to the larval and adult stage of *C. externa* in the laboratory, in which the insecticides acetamiprid + etofenprox, espinetoram, indoxacarb were harmful (class 4) to both stages. Concerning the biological persistence of pesticides, spinetoram and indoxacarb were moderately persistent (class 3) to larvae, and the only spinetoram was slightly persistent (class 2) for adults, the other insecticides, acetamiprid + etofenprox, indoxacarb and methoxyfenozide were classified as short-lived insecticides (class 1) in this evaluation. According to the results of the bioassays in the laboratory and the greenhouse, the difference in susceptibility between the larvae and adult stages of *C. externa* is evident, and the use of the insecticides acetamiprid + etofenprox and methoxyfenozide should be prioritized, because these insecticides no deleterious effects caused in the larval stage of *C. externa*, which is more sensitive to insecticides than the adult stage, thus favoring the viability of biological control.

**Palavras-chave:** Toxicity of pesticide, biological persistence, chemical control, biological control, chrysopid, temperate regions fruit crops.

## Lista de Figuras

Artigo 1: Toxicidade de quatro inseticidas sobre diferentes estágios de desenvolvimento do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

Figura 1 Viabilidade de ovos e pupas de *Chrysoperla externa* pulverizados com inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.....52

Figura 2 Mortalidade acumulada de machos e fêmeas, quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato residual dos inseticidas utilizados.....53

Artigo 2: Ação residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

Figura 1 Probabilidade de mortalidade quando a fase de imatura de *Chrysoperla externa* foi exposta aos inseticidas em diferentes períodos de tempo (3, 10, 17, 24 31) (modelo logístico misto com interceptação aleatória) .....85

Figura 2 Probabilidade de mortalidade quando a fase adulta de *Chrysoperla externa* foi exposta aos inseticidas em diferentes períodos de tempo (3, 10, 17, 24 31) (modelo logístico misto com interceptação aleatória) .....85

Figura 3	Efeitos subletais na fecundidade e fertilidade de fêmeas de <i>Chrysoperla externa</i> sobreviventes exposição na fase larval de inseticidas.....	86
Figura 4	Efeitos subletais na fecundidade e fertilidade de fêmeas de <i>Chrysoperla externa</i> sobreviventes exposição na fase adulta de inseticidas.....	87

## Lista de Tabelas

Artigo 1: Toxicidade de quatro inseticidas sobre diferentes estágios de desenvolvimento do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

Tabela 1 Inseticidas utilizados nos bioensaios de avaliação de toxicidade sobre ovos, pupa, larva e adultos de *Chrysoperla externa*.....48

Tabela 2 Efeito total e classificação da IOBC, após a exposição de ovos e pupas de *Chrysoperla externa* á resíduos secos de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.....49

Tabela 3 Duração média  $\pm$  EP (dias) dos ínstares larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de *Chrysoperla externa* quando o estágio larval foi exposto ao contato residual de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.....50

Tabela 4 Fecundidade, fertilidade, efeito total e classificação da IOBC, após a exposição de larvas e adultos de *Chrysoperla externa* á resíduos secos de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.....51

Artigo 2: Ação residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

Tabela 1 Inseticidas utilizados nos bioensaios de avaliação da atividade nociva e classificação de seletividade, conforme as normas da IOBC para *Chrysoperla externa*.....81

Tabela 2 Número de larvas mortas ( $\pm$ EP), classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas a *Chrysoperla externa*.....82

Tabela 3 Duração em dias ( $\pm$ EP) do período de desenvolvimento de larva a adulto, quando larvas de *Chrysoperla externa* foram expostas aos resíduos de inseticidas. ....83

Tabela 4 Número de adultos mortos ( $\pm$ EP), classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas a *Chrysoperla externa*.....84

Material Suplementar

Tabela S1 Mortalidade acumulada de larvas (%), razão da fecundidade das fêmeas e fertilidade dos ovos e efeito total dos inseticidas aplicados sobre a fase de larva de *Chrysoperla externa*.....88

Tabela S2 Mortalidade acumulada de adultos (%), razão da fecundidade das fêmeas e fertilidade dos ovos e efeito total dos inseticidas aplicados sobre a fase de adulta de *Chrysoperla externa*.....89

## Sumário

Introdução Geral.....	18
Artigo 1: Toxicidade de quatro inseticidas sobre diferentes estágios de desenvolvimento do predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)	
1. Destaques.....	24
2. Resumo.....	25
3. Introdução.....	25
4. Material e Métodos.....	27
4.1 Insetos.....	27
4.2 Inseticidas testados.....	28
4.3 Bioensaios.....	28
4.3.1 Avaliação da toxicidade em ovos.....	28
4.3.2 Avaliação da toxicidade em pupas.....	28
4.3.3 Avaliação da toxicidade em larvas.....	29
4.3.4 Avaliação da toxicidade em adultos.....	29
4.3.5 Avaliação dos efeitos subletais em adultos sobreviventes.....	30
4.4 Classificação da seletividade.....	30
4.5 Análise estatística.....	31
5. Resultados.....	32
5.1 Toxicidade de inseticidas sobre ovo.....	32
5.2 Toxicidade de inseticidas sobre pupas.....	32
5.3 Duração do desenvolvimento larval e mortalidade de larvas.....	33



5.4 Toxicidade de inseticidas em adultos .....	34
6. Discussão .....	35
7. Agradecimentos .....	38
8. Contribuições dos autores: .....	38
9. Conformidade com os padrões éticos.....	39
9.1 Conflito de interesses: .....	39
9.2. Comprovação de ética: .....	39
10. Referências .....	39

Artigo 2: Ação residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

1. Resumo.....	56
2. Introdução .....	56
3. Material e Métodos.....	58
3.1 Insetos .....	58
3.2 Plantas.....	59
3.3 Inseticidas testados .....	59
3.4 Bioensaios .....	59
3.5 Exposição de larvas.....	60
3.6 Exposição de adultos.....	60
3.7 Avaliação dos efeitos subletais em adultos sobreviventes .....	61
3.8 Classificação da seletividade.....	62
3.9 Análise estatística .....	62
4. Resultados .....	63
4.1 Efeito residual em larvas.....	63
4.2 Efeito residual em adultos.....	64
4.3 Efeito subletais nos adultos sobreviventes .....	65
5. Discussão .....	67

6. Contribuições dos autores: .....	72
7. Conformidade com os padrões éticos.....	72
7.1 Conflito de interesses: .....	72
7. 2. Comprovação de ética: .....	72
8. Referências.....	72
Conclusões.....	90
Referências .....	92

## Introdução Geral

No Brasil, a fruticultura tem grande destaque no setor do agronegócio, devido à grande diversidade de espécies cultivadas em todo o país e sob diferentes condições edafoclimáticas (ALMEIDA et al., 2019; ZACHARIAS et al., 2020). Dentro deste cenário, a fruticultura de clima temperado é uma opção viável aos agricultores, em especial aos pequenos, que buscam a diversificação de suas áreas, principalmente daqueles localizados na região Sul do país, proporcionando rentabilidade econômica e valor agregado, ao cultivo de frutíferas de caroço, como pessegueiro e ameixeira (ARIOLI et al., 2018). Por conseguinte, o cultivo dessas frutíferas de clima temperado que era praticado somente na região Sul, passou a ser realizado também em outras regiões, a exemplo do Sudeste brasileiro (PIO et al., 2019; LEIVAS et al., 2020).

Entretanto, um dos principais problemas referente a produção frutícola, é a presença de artrópodes-praga, com destaque para a mosca-das-frutas-sul-americana *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) e a grafolita *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), presente em pomares de pêssigo (CHAVES et al., 2014; LEIVAS et al., 2020), ameixeira (ANZANELLO et al., 2021) e macieira (ARIOLI et al., 2018; STUPP et al., 2021).

O controle químico com a pulverização de inseticidas sintéticos, é a forma mais utilizada pelos produtores para controle desses artrópodes-praga (ARIOLI et al., 2018; CASTILHOS et al., 2019; ANZANELLO et al., 2021; STUPP et al., 2021). Apesar da eficiência no controle, a utilização destes produtos está associada a diversos efeitos negativos, como seleção de populações de pragas resistentes, ressurgência de pragas, aparecimento de pragas secundárias e ou eliminação de populações de inimigos naturais (DESNEUX et al., 2007; CARVALHO et al., 2019). Outro ponto, é que o controle químico; realizado principalmente com inseticidas fosforados; além das restrições em relação à alta toxicidade, que ocasionam

desequilíbrios ambientais, apresentam um risco a saúde humana, devido ao potencial de deixar resíduos químicos nos frutos (CHAVES et al., 2014). Por isso, o aspecto qualitativo das frutas e o respeito ao ambiente, no qual o consumidor preza por um produto livre de contaminações químicas e que a sua produção não comprometa o ecossistema (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2005), podem levar à desvalorização e o boicote dos produtores que não seguem as diretrizes ambientais adequadas (CARVALHO, 2002).

Dessa forma, a utilização de inseticidas como medida principal de controle não se adequa aos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP), onde se recomenda a integração de métodos e a aplicação de estratégias de manejo de artrópodes-praga, tais como métodos físico, genético, biológico, cultural, comportamental e por último o químico para suprimir as populações de forma eficaz, econômica e ambientalmente sustentável (KOGAN, 1998). O controle biológico deve ser sempre priorizado, pois é uma das táticas mais importantes e utilizadas em programas de MIP. Uma estratégia necessária para a conservação de agentes biológicos em agroecossistemas é o uso de aplicações de inseticidas seletivos, ou seja, que suprimem os artrópodes-praga sem causar significativo impacto deletério aos inimigos naturais (BELOTI et al., 2015; CARVALHO et al., 2019).

Dentre os diferentes grupos de inimigos naturais com potencial para uso em programas de controle biológico no Brasil, os crisopídeos vêm se destacando, devido serem encontrados em diversos habitat, e alimentar-se de uma ampla gama de hospedeiros (CARVALHO et al., 2019; SUÁREZ-LÓPEZ et al., 2020). A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) apresenta grande potencial de predação a uma variedade de espécies de artrópodes-praga, como pequenas lagartas de lepidópteros, ácaros, pulgões, cochonilhas, moscas-branca, entre outros, possui alto potencial reprodutivo e tolerância a alguns inseticidas (FREITAS, 2002; CASTILHOS et al., 2019; PASINI et al., 2020). Além disso, predadores generalistas como *C. externa*, tem vantagens sobre inimigos naturais especialistas, como parasitóides, devido à polifagia, podendo sobreviver no agroecossistema sem as pragas alvo, evitando assim o ressurgimento (SYMONDSON et al., 2002; DE ARMAS et al., 2020). Também podem atuar diretamente sobre pragas secundárias, como por exemplo, o ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), o ácaro vermelho *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) e o pulgão *Brachycaudus*

*persicae* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae), entre outros, que diversas vezes são favorecidos em cultivos que apresentam desequilíbrios ambientais, devido a elevada quantidade de aplicações de inseticidas, principalmente de organofosforados (SATO et al., 2011; CASTILHOS et al., 2019).

É importante ressaltar que a preservação de inimigos naturais nos pomares, principalmente predadores generalistas como *C. externa* é de suma importância para a implantação do MIP, principalmente em pessegueiro (DE ARMAS et al., 2020). Portanto, a compatibilização entre a aplicação de inseticidas e a presença dos inimigos naturais devem ser levados em conta, uma vez que a suspensão total de inseticidas não é possível em pomares, visto o difícil controle dos artrópodes-praga, principalmente *G. molesta* (CHAVES et al., 2014; CASTILHOS et al., 2019).

Os agentes do controle biológico devido algumas características fisiológicas e ou morfológicas, geralmente são mais sensíveis aos inseticidas quando comparados a artrópodes-praga (ASADI et al., 2019). A toxicidade aguda ou letal de um composto é uma característica útil para detectar os efeitos de diferentes compostos em insetos, incluindo inimigos naturais de artrópodes-praga, mas não leva em consideração os efeitos subletais. Portanto, pesquisas que busquem avaliar os efeitos subletais de diferentes compostos sobre esses inimigos naturais devem ser incentivadas (EBEID et al., 2017). Além disso, há diversos fatores que podem influenciar a toxicidade de um inseticida, como idade, estágio de desenvolvimento e linhagens destes insetos (PÉREZ-AGUILAR et al., 2018; QUESADA, SADO, 2020), e também fatores ligados ao modo de aplicação dos inseticidas e condições ambientais (MANSOOR et al., 2015; MORALES et al., 2019). Portanto, é imprescindível que os testes de toxicidade de inseticidas sejam feitos todas as fases de desenvolvimento do inseto, devido a diferença comportamental, em cada fase de desenvolvimento (AFZA et al., 2020), e também testes que englobem diversos cenários, como condições laboratoriais, casa-de-vegetação e campo, visto que a mortalidade dos insetos pode ser atenuada ou suavizada devido às condições do ambiente (MORALES et al., 2019).

Com o objetivo de unificar os estudos de seletividade de inseticidas a inimigos naturais, foi formado em 1974 o “*Working Group Pesticides and Beneficial Arthropods*” da “*International Organization for Biological Control (IOBC)*”, que padroniza metodologias de testes em laboratório, semi-campo e campo em diversos organismos benéficos, permitindo assim a troca de resultados entre países e

maximizando os recursos utilizados nas repetições de testes (HASSAN, ABDELGADER, 2001). A IOBC dividiu os testes de seletividade em uma sequência, que inicia em laboratório, semi-campo e campo. Em condições de laboratório classifica os agrotóxicos em classes de 1 (inócuo) até 4 (nocivo), em função do seu efeito sobre inimigos naturais (HASSAN, 1989). Em condições de semi-campo (casa-de-vegetação) e campo, a classificação destes agrotóxicos é em função do tempo de duração de atividade nociva (persistência biológica), que abrange a classe 1 (vida curta) até a classe 4 (persistente) (HASSAN, 1994). Estes testes permitem a determinação da seletividade de um inseticida, a fim de integrar o controle químico com o biológico, combinando assim as vantagens de cada um (GARZÓN et al., 2015).

Trabalhos envolvendo seletividade de agrotóxicos na cultura do pessegueiro foram realizados por Giolo et al. (2009), com o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836), que é uma espécie padrão conforme a IOBC, que ocorre na Europa (FREITAS, 2002). No Brasil, pesquisas foram feitas na cultura do pessegueiro, com a fase larval e adulta de *C. externa* (CASTILHOS et al., 2013; CASTILHOS et al., 2017; DE ARMAS et al., 2020), e também sobre as fases de ovo e pupa deste predador (CASTILHOS et al., 2014; DE ARMAS et al., 2019), e a persistência de alguns agrotóxicos utilizado no Programa de Produção de Pêssego também foram testados (CASTILHOS et al., 2019). Porém, é importante frisar, que para o controle de *G. molesta* e *A. fraterculus* em pessegueiro e macieira, normalmente é realizado com inseticidas fosforados (CHAVES et al., 2014), e estes, estão sendo retirados do mercado, devido à alta toxicidade e sendo substituídos por inseticidas de menor impacto ao ambiente. Dessa forma, diferentes grupos químicos de inseticidas foram recentemente disponibilizados para o manejo destes insetos-praga, em especial para o manejo de *G. molesta*, com destaque para o neonicotinoide (acetamiprido), espinosina (espinetoram), antranilamida (clorantraniliprole), benzoilureia (novalurom), éter difenílico (etofenproxi) e oxidiazina (indoxacarbe) (CHAVES et al., 2014). Além disso, inseticidas que combinam dois princípios ativos são indicados para auxiliar no manejo de resistência de insetos (ABDEL-HAMID et al., 2016). Portanto, é imprescindível novas pesquisas que envolvem o efeito desses inseticidas sobre os inimigos naturais, visto que, novos inseticidas vêm sendo utilizados no controle, principalmente de *A. fraterculus* como espinosinas (STUPP et al., 2021).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos letais e subletais dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe e metoxifenoazida, usados em pomares de fruticultura temperada para o controle de *A. fraterculus* e *G. molesta* sobre as fases de ovo, larva, pupa e adulto do predador *C. externa* em bioensaios no laboratório, além de avaliar também a persistência biológica (duração da atividade nociva), destes inseticidas sobre a fase larval e adulta de *C. externa* em casa-de-vegetação.

## Artigo 1

(Conforme as normas do período “Chemosphere”)

**Toxicidade de quatro inseticidas sobre diferentes estágios de desenvolvimento do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

**Toxicity of four pesticides on different stages of development of the predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

Franciele Silva De Armas<sup>1\*</sup>; Lisandra da Silva Furtado<sup>1</sup>; Ronaldo Zantedeschi<sup>1</sup>; Dori Edson Nava<sup>2</sup>; Anderson Dionei Grutzmacher<sup>1</sup>.



1           **Toxicidade de quatro inseticidas sobre diferentes estágios de desenvolvimento do**  
2           **predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

3  
4           **Toxicity of four pesticides on different stages of development of the predator**  
5           ***Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

6  
7 Franciele Silva De Armas<sup>1\*</sup>; Lisandra da Silva Furtado<sup>1</sup>; Ronaldo Zantedeschi<sup>1</sup>; Dori Edson  
8 Nava<sup>2</sup>; Anderson Dionei Grutzmacher<sup>1</sup>.

9  
10 <sup>1</sup>Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia  
11 Eliseu Maciel (FAEM), caixa postal 354, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul,  
12 Brasil.

13 <sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado, caixa postal 403, 96010-971, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

14  
15 \*Franciele Silva De Armas,

16 Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), caixa  
17 postal 354, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

18 E-mail: frandearmas@gmail.com

19 Telefone: +55 53 981370254

20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28 **1. Destaques**

29  
30 1. Larvas e adultos são mais sensíveis aos inseticidas do que ovos e pupas em *C. externa*.

31 2. Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe são nocivos a larvas  
32 e adultos de *C. externa*.

33 3. O inseticida metoxifenoizida é inócua a todas as fases de desenvolvimento de *C. externa*,  
34 portanto, é indicado para utilização no MIP.

35

36 **2. Resumo:** A espécie *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) é um  
37 importante agente de controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado. E  
38 o conhecimento a respeito do impacto de inseticidas sobre suas características bioecológicas é  
39 fundamental para viabilizar a permanência e uso desse predador. Dessa forma, o objetivo  
40 deste trabalho é avaliar a toxicidade dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram,  
41 indoxacarbe e metoxifenoazida sobre as fases de ovo, larva, pupa e adulto de *C. externa*. Os  
42 bioensaios utilizaram as metodologias propostas pela *International Organization for*  
43 *Biological and Integrated Control* (IOBC). Ovos e pupas receberam a aplicação direta dos  
44 inseticidas, enquanto as larvas e os adultos foram expostos aos resíduos secos. Em ovos foi  
45 avaliado a viabilidade e redução na eclosão de larvas, em pupas além da redução na  
46 emergência dos adultos, foi avaliado os efeitos subletais na fecundidade das fêmeas e  
47 fertilidade dos ovos. Já com larvas foi avaliado a duração de cada fase de desenvolvimento e a  
48 mortalidade, e em adultos foi avaliado a mortalidade de machos e fêmeas após 24, 72 e 120  
49 horas a exposição aos resíduos secos. Também foi avaliado o efeito subletal em adultos que  
50 sobreviveram as exposições nas fases de pupa, larva e adulta, sendo atribuídas as classes de  
51 toxicidade conforme a IOBC em todos os bioensaios. O inseticida metoxifenoazida foi inócuo  
52 (classe 1) em todas as fases de *C. externa*. Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi,  
53 espinetoram e indoxacarbe foram nocivos (classe 4) a fase larval e adulta do predador,  
54 devendo ser evitados em culturas que priorizem o Manejo Integrado de Pragas (MIP). Assim  
55 este trabalho demonstra a importância da seletividade, do efeito letal, e subletal dos inseticidas,  
56 para a obtenção de uma estimativa mais precisa da compatibilidade destes produtos com o  
57 MIP.

58 **Palavras-chave:** crisopídeo, seletividade de pesticidas, efeito letal e subletal de inseticidas,  
59 controle químico, controle biológico.

60

### 61 **3. Introdução**

62

63 Apesar de todos os avanços tecnológicos no controle de artrópodes-praga, inseticidas  
64 ainda são as principais ferramentas utilizadas para o seu manejo. Embora, seja comprovada a  
65 sua eficiência, a utilização destes produtos está associada a diversos efeitos negativos, como  
66 seleção de indivíduos resistentes, ressurgência de pragas secundárias, e redução ou eliminação  
67 de populações de inimigos naturais (Desneux et al. 2007; Guedes et al. 2017; Shan et al.  
68 2020).

69            Dessa forma, a utilização de inseticidas como medida principal de controle, vai contra  
70 os princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Carvalho et al. 2019; De Armas et al.  
71 2020), que recomenda uma combinação de estratégias de controle para artrópodes-praga, tais  
72 como controle físico, genético e biológico, para manter a população abaixo do nível de  
73 controle de forma eficaz, econômica e ambientalmente saudável (Kogan 1998). O controle  
74 biológico deve ser sempre priorizado, quando viável, pois é uma das estratégias mais  
75 importantes utilizadas no MIP, para a manutenção das artrópodes-praga agrícolas abaixo do  
76 nível de dano econômico e reduzir das altas quantidades de agrotóxicos aplicados (Beloti et  
77 al. 2015; Carvalho et al. 2019).

78            Dentre os insetos predadores presente nos agroecossistemas brasileiro, a espécie  
79 *Chrysoperla externa*, (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) têm grande importância, por  
80 apresentar grande potencial de predação a uma variedade de espécies de artrópodes-praga,  
81 como larvas de lepidópteros, ácaros, pulgões, cochonilhas, moscas-branca, entre outros; a  
82 grande capacidade reprodutiva e de locomoção em fase larval, bem como a tolerância a  
83 inseticidas (Castilhos et al. 2014; Luna et al. 2018). Os crisopídeos são encontrados em  
84 diversos habitat, devido alimentar-se de uma ampla gama de hospedeiros (Carvalho et al.  
85 2019; Suárez-López et al. 2020). No Brasil a espécie mais estudada é *C. externa*, por ocorrer  
86 em diversas culturas de importância econômica, como pessegueiro (Schuber et al. 2008),  
87 macieira (Lorenzato et al. 1986), entre outras frutíferas de clima temperado.

88            Assim, é crucial o conhecimento sobre o impacto de inseticidas sobre inimigos  
89 naturais para a integração dos métodos biológico e químico. Os agentes do controle biológico,  
90 devido a alguns aspectos fisiológicos e toxicológicos são comumente mais sensíveis aos  
91 agrotóxicos quando comparados a suas presas ou hospedeiros (Asadi et al. 2019). A  
92 toxicidade aguda de um composto é uma característica útil para detectar os efeitos de  
93 diferentes compostos em insetos, incluindo inimigos naturais de artrópodes-praga, mas só  
94 subestima os efeitos letais. Portanto, as pesquisas baseadas nos efeitos subletais são  
95 recomendados para investigar o efeito total de diferentes agrotóxicos sobre esses inimigos  
96 naturais (Ebeid et al. 2017).

97            Além disso, a seletividade de um composto, pode ser influenciada por vários fatores,  
98 como forma de exposição e idade do inseto (Bueno et al. 2017; Muller 2018), gerando  
99 diferentes efeitos quando a exposição ocorre nas fases de ovo, larva ou adulto (Pérez-Aguilar  
100 et al. 2018; Pasini et al. 2018). Também deve-se levar em consideração que as fases de ovo e  
101 pupa, por serem imóveis ficam expostas a pulverizações diretas nos pomares, podendo  
102 ocasionar efeitos letais e subletais as essas fases de desenvolvimento (Rugno et al. 2015).

103 Assim, é crucial a comparação e entendimento dos efeitos dos inseticidas sobre diferentes  
104 estágios de desenvolvimento do predador, visto que no campo, eles ocorrem simultaneamente.

105 Devido à importância de *C. externa* como agente de biocontrole, e à necessidade de  
106 estudos visando aprimorar as táticas de manejo, este trabalho teve como objetivo avaliar os  
107 efeitos letais e subletais dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe  
108 e metoxifenoazida, utilizados no controle de artrópodes-praga, em pomares de frutíferas de  
109 clima temperado, sobre os estágios de ovo, pupa, larva e adulto de *C. externa*, utilizando  
110 metodologia proposta pela *International Organization for Biological and Integrated Control*  
111 (IOBC).

112

## 113 **4. Material e Métodos**

114

### 115 **4.1 Insetos**

116

117 Os crisopídeos utilizados nos bioensaios, foram provenientes de uma criação mantida  
118 no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, da Universidade Federal de Pelotas (LabMIP/  
119 UFPel, RS, Brasil), em sala climatizada (temperatura  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa  $70\pm 10\%$  e  
120 fotofase 14 horas).

121 Ovos do predador foram depositados em bandejas plásticas (43 cm x 27 cm x 13 cm),  
122 tampadas com um tecido tipo voile, até a eclosão. Larvas de *C. externa* foram  
123 individualizadas e mantidas em tubo de ensaio (12 cm de comprimento x 5 cm diâmetro),  
124 fechado com filme de PVC transparente e alimentadas *ad libitum*, com ovos do hospedeiro  
125 alternativo *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), mantidas conforme  
126 metodologia proposta por Parra (1997). Adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico (15,5  
127 cm de altura x 18,5 cm de diâmetro), fechadas com papel toalha, em ambas as extremidades,  
128 que servia de substrato para oviposição. Água destilada foi fornecida por capilaridade  
129 mediante um orifício na gaiola, e também uma dieta artificial composta de 15 mL de leite  
130 condensado, 2 gemas de ovo, 1 clara de ovo, 30 g de mel, 20 g de açúcar, 30 g de levedura de  
131 cerveja, 50 g de germe de trigo e 45 mL de água destilada (Vogt et al. 2000), a qual foi  
132 adicionada ao redor da gaiola, na altura do orifício de entrada da água. Duas vezes por  
133 semana, a água e a dieta foram substituídas, e o papel toalha com as posturas foram  
134 removidos, sendo os ovos mantidos nas bandejas até a eclosão das larvas.

135

## 136 **4.2 Inseticidas testados**

137

138 Os quatro inseticidas selecionados para os bioensaios (Tab. 1), são usados em diversas  
139 culturas de fruticultura de clima temperado, como pessegueiro, macieira e pereira. Todos os  
140 inseticidas avaliados são recomendados para pulverização foliar, e foram avaliados usando a  
141 máxima dosagem de campo recomendada (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>), com volume de aplicação  
142 recomendado de 1000L. ha<sup>-1</sup> (MAPA 2021).

143

## 144 **4.3 Bioensaios**

145

146 Os bioensaios foram conduzidos seguindo as metodologias da IOBC e adotadas por  
147 Medina et al. (2003), Castilhos et al. (2014) e Pasini et al. (2018) para avaliação da toxicidade  
148 em ovos e pupas, e por Schmuck et al. (2000) e Vogt et al. (2000) para larvas e adultos. A  
149 aplicação dos inseticidas nos bioensaios, ocorreu por meio de um pulverizador manual com  
150 capacidade de 500 mL (Guarany Ultrajet, Itu, SP, Brasil), com depósito de calda de  $2 \pm 0,2$   
151 mg cm<sup>-2</sup>, medidos através de uma balança de precisão. Além disso um tratamento controle  
152 (água destilada), foi acrescentado em todos os bioensaios.

153

### 154 **4.3.1 Avaliação da toxicidade em ovos**

155

156 Foram utilizados ovos de *C. externa* com 24 horas de idade. A aplicação dos  
157 inseticidas foi realizada com pulverizador manual, conforme procedimento descrito em 4.3,  
158 diretamente sobre o papel toalha, retirado da gaiola de adultos. Foi utilizado um delineamento  
159 experimental inteiramente casualizado, com total de quatro repetições com 24 ovos cada,  
160 totalizando 96 ovos por tratamento. Após a secagem dos inseticidas, os ovos foram separados  
161 do pedicelo com auxílio de uma tesoura e um pincel, e individualizados em placas de cultura  
162 de celular com 96 poços (Kasvi Ltda., Pinhais, PR, Brasil), revestida com filme de PVC  
163 transparente, e transferidas para uma sala climatizada (temperatura  $25 \pm 1$  ° C, UR  $70 \pm 10\%$  e  
164 fotofase 14 h), onde a eclosão das larvas foi avaliada diariamente. A viabilidade dos ovos foi  
165 avaliada pelo número total de ovos eclodidos, e consequente redução na eclosão de larvas  
166 (R.E.L.) para cada tratamento.

167

### 168 **4.3.2 Avaliação da toxicidade em pupas**

169

170 Pupas de *C. externa* com 24 horas de idade, foram colocadas sobre placas de Petri,  
171 onde realizou-se a pulverização diretamente dos inseticidas (aplicação tópica), com  
172 pulverizador manual conforme descrito em 4.3. O delineamento experimental utilizado foi  
173 inteiramente casualizado. Foram utilizadas quatro repetições com seis pupas cada, totalizando  
174 24 pupas por tratamento. Após a secagem das caldas, as pupas foram individualizadas em  
175 placas de cultura celular com 24 poços (Kasvi Ltda., Pinhais, PR, Brasil), e avaliadas  
176 diariamente até a emergência de todos os adultos. As placas de cultura celular foram mantidas  
177 em sala climatizada (temperatura  $25 \pm 1$  ° C, UR  $70 \pm 10\%$  e fotofase 14 h). Após a  
178 emergência, a viabilidade das pupas foi determinada pela porcentagem de adultos emergidos,  
179 e a redução na emergência de adultos (R.E.A.) causada pelos inseticidas, foi determinada pela  
180 porcentagem de pupas que não geraram adultos.

181

#### 182 **4.3.3 Avaliação da toxicidade em larvas**

183

184 O bioensaio constitui em expor larvas de *C. externa* à resíduos secos dos inseticidas,  
185 que foram previamente pulverizados sobre placas de vidro (50 cm × 41 cm), com um  
186 pulverizador manual (ver 4.3). Larvas de primeiro ínstar (1-2 dias de idade) foram  
187 adicionadas em arenas, com auxílio de pincel fino permanecendo em contato com os resíduos  
188 dos inseticidas até a emergência dos adultos, neste período foram alimentados diariamente *ad*  
189 *libitum* com ovos de *E. kuehniella*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado.  
190 Cada tratamento consistiu em duas placas com 20 arenas cada, totalizando 40 insetos, e cada  
191 inseto foi considerada uma repetição, totalizando 40 larvas por experimental unidade.  
192 Mortalidade larval e a duração do estágio larval em dias (L1, L2, L3, pré-pupa, pupa e  
193 período total) foram avaliados diariamente. Os testes subletais foram realizados nos  
194 tratamentos nos quais a mortalidade acumulada foi  $\leq 50\%$ .

195

#### 196 **4.3.4 Avaliação da toxicidade em adultos**

197

198 Adultos de *C. externa* foram expostos a resíduos dos inseticidas, que foram  
199 pulverizados em placas de vidro (14 cm x 14 cm), com auxílio de um pulverizador manual  
200 (ver 4.3). Após a secagem destes inseticidas, estas placas serviram de fundo e cobertura na  
201 confecção das gaiolas para exposição dos insetos. Cada gaiola era composta de um anel  
202 metacrilato (diâmetro de 10 cm; altura de 3 cm), com cinco orifícios (diâmetro de 1,3 cm),  
203 fechado com tecido tipo voile para permitir a ventilação. Um orifício foi conectado a uma

204 bomba de sucção para eliminar vapores tóxicos e outro orifício (diâmetro de 0,8) foi usado  
205 para fornecer água aos insetos. A dieta artificial foi fornecida na lateral da gaiola. Após a  
206 confecção das gaiolas, adultos com uma semana de idade, previamente separados por sexo,  
207 foram inseridos nas gaiolas. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado. Cada  
208 tratamento consistiu em quatro gaiolas, contendo quatro casais de *C. externa*. Cada gaiola foi  
209 considerada uma repetição, totalizando 16 insetos por unidade experimental. A mortalidade  
210 acumulada de machos e fêmeas foi avaliada após 24, 72 e 120 h de exposição a resíduos de  
211 inseticidas (Schmuck et al. 2000; Vogt et al. 2000). Testes subletais foram realizados nos  
212 tratamentos em que a mortalidade acumulada foi  $\leq 50\%$ .

213

#### 214 **4.3.5 Avaliação dos efeitos subletais em adultos sobreviventes**

215

216 Além dos efeitos letais, os efeitos subletais na fecundidade e fertilidade foram  
217 avaliados em adultos que sobreviveram nos bioensaios de toxicidade em pupas, larvas e  
218 adultos. Apenas foram realizadas as avaliações nos tratamentos com taxa de mortalidade  $\leq$   
219 50%. Para analisar parâmetros reprodutivos, cinco a sete casais de *C. externa* que  
220 sobreviveram aos bioensaios anteriores foram sedados com CO<sub>2</sub> e transferido, com auxílio de  
221 uma pinça para gaiolas de acrílico e foram mantidas nas mesmas condições climáticas da  
222 criação (ver 4.1). Após o terceiro dia da primeira postura, os ovos depositados no papel  
223 toalha, foram coletados diariamente, por cinco dias consecutivos. O número total de ovos de  
224 cada coleta foi mensurado e dividido pelo número de fêmeas na gaiola a fim de se determinar  
225 a fecundidade média (número de ovos por fêmea ao dia). Além disso, a cada coleta, os ovos  
226 foram removidos do papel toalha, com uma tesoura e um pincel, e incubado em placas de  
227 cultura celular com 96 poços (Kasvi Ltda., Pinhais, PR, Brasil), revestido com filme de PVC  
228 transparente, para evitar canibalismo e fuga, e foi avaliado diariamente quantidade de ovos  
229 eclodidos a fim de calcular a fertilidade dos ovos em cada tratamento.

230

#### 231 **4.4 Classificação da seletividade**

232

233 Para a classificação de seletividade dos inseticidas aplicados nas fases de ovo e pupa,  
234 os valores de R.E.L. e R.E.A., foram corrigidas em função do tratamento testemunha pela  
235 fórmula de Schneider-Orelli (Püntener 1981). O efeito total de tratamento para pupas, foi  
236 calculado por meio da fórmula proposta por Vogt et al. (1992):

237

$$E = 100\% - (100\% - R. E. A.) \times R1 \times R2$$

238 onde: E = efeito total (%); R.E.A. = redução da emergência dos adultos corrigida em função  
239 da testemunha; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
240 tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
241 tratada.

242 A classificação da seletividade de larvas e adultos, levou em conta as porcentagens  
243 de mortalidade, que foram calculadas para cada tratamento e corrigidas também em função da  
244 testemunha pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener 1981), para os adultos a classificação  
245 final do inseticida foi atribuída as 120 horas após a exposição aos produtos fitossanitários  
246 (Schmuck et al. 2000; Vogt et al. 2000). O efeito total de tratamento foi calculado por meio da  
247 fórmula proposta por Vogt et al. (1992):

$$252 \quad E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$$

248 onde: E = efeito total (%); M% = mortalidade no tratamento corrigida em função da  
249 testemunha; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
250 tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
251 tratada.

252 Os inseticidas foram classificados quanto à seletividade aos ovos em função da R.E.L.  
253 e às pupas, larvas e adultos em função do efeito total, de acordo com as classes de toxicidade  
254 propostas pela IOBC: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente  
255 nocivo (80-99%); e 4) nocivo (>99%) (Sterk et al. 1999).

256

#### 257 **4.5 Análise estatística**

258

259 Os dados referentes à viabilidade de ovos e pupas, a fecundidade e fertilidade foram  
260 submetidos à análise exploratória de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk e  
261 homocedasticidade pelo teste de Barlett e a independência dos resíduos foi verificada  
262 graficamente. Posteriormente esses dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ).  
263 A viabilidade média de ovos e pupas de cada tratamento foi comparada com a testemunha  
264 pelo teste de Dunnett à 5% ( $p \leq 0,05$ ), enquanto a comparação das médias de fecundidade e  
265 fertilidade, quando significativo, foram submetidos ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os valores  
266 obtidos referentes a duração de cada instar larval, por não atenderem os pressupostos da  
267 variância, foram submetidos ao teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ). Para a análise de mortalidade de  
268 adultos os dados foram submetidos a análise de Kruskal-Wallis para analisar a significância ( $p$   
269  $\leq 0,05$ ) e posteriormente ao teste de média de Dunn, com correção de Bonferroni a 5% ( $p$   
270  $\leq 0,05$ ) e posteriormente ao teste de média de Dunn, com correção de Bonferroni a 5% ( $p$   
271  $\leq 0,05$ ). Para analisar a diferença de mortalidade de machos e fêmeas, por não atenderem os



272 pressupostos da normalidade foram submetidos também ao teste de Wilcoxon a 5% ( $p \leq 0,05$ ).  
273 Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 4.0.0. (R  
274 Development Core Team, 2021).

275

## 276 **5. Resultados**

277

### 278 **5.1 Toxicidade de inseticidas sobre ovo**

279

280 A viabilidade de ovos de *C. externa* após a exposição dos inseticidas, variou entre  
281 86,35 e 92,92%. Acetamiprido + etofenproxi apresentou a menor viabilidade e  
282 metoxifenzida a maior, porém, nenhum inseticida testado diferiu estatisticamente da  
283 testemunha ( $df= 4$ ;  $F= 1,60$ ;  $p= 0,22$ ) (Fig. 1). Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi,  
284 espinetoram, indoxacarbe e metoxifenzida apresentaram valores de R.E.L. menores que 30%  
285 e foram todos classificados com inócuos (classe 1) a ovos do predador. O inseticida  
286 metoxifenzida apresentou o menor valor de R.E.L. com 3,38%, e acetamiprido +  
287 etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe apresentaram valores próximos a 10% (Tab. 2).

288

### 289 **5.2 Toxicidade de inseticidas sobre pupas**

290

291 No bioensio com pupas, os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e indoxacarbe  
292 diferiram estatisticamente da testemunha ( $df= 4$ ;  $F= 4,08$ ;  $p < 0,01$ ), com viabilidade variável  
293 de 76,67 a 86,67%, respectivamente. Espinetoram e metoxifenzida não causaram efeitos em  
294 ovos e nem em pupas de *C. externa* (Fig. 1).

295

296 O único inseticida que foi considerado levemente nocivo (classe 2) foi o acetamiprido  
297 + etofenproxi, com efeito total de 32,80%, isto ocorreu por apresentar o maior valor de R.E.A.  
298 entre os inseticidas avaliados (23,34%), os demais inseticidas apresentaram valores menores  
299 que 15%. Porém deve ser destacado que na avaliação de fecundidade, os valores de  
300 tratamento acetamiprido + etofenproxi não diferiram da testemunha ( $df= 4$ ;  $F= 5,47$ ;  $p < 0,01$ ),  
301 nem do indoxacarbe. Entretanto, o inseticida acetamiprido + etofenproxi apresentou a menor  
302 valor de fertilidade destes ovos, com 73,33%, diferindo da testemunha e dos demais produtos  
303 testados ( $df= 4$ ;  $F= 2,54$ ;  $p < 0,01$ ). As pupas expostas a metoxifenzida apresentaram R.E.A.  
304 de 6,67%, porém as fêmeas emergidas apresentaram a menor fecundidade entre os inseticidas  
305 avaliados, e apesar de não diferirem estatisticamente da testemunha, diferiram do  
indoxacarbe. Já a fertilidade dos ovos, foi semelhante estatisticamente a testemunha e ao

306 espinetoram, totalizando um efeito total de 22,13%, sendo considerado como inócuo (classe  
307 1). Os inseticidas espinetoram e indoxacarbe também apresentaram efeito total menor que  
308 30%, assim também foram inócuos (classe 1) a pupas de *C. externa* (Tab. 2).

309

### 310 **5.3 Duração do desenvolvimento larval e mortalidade de larvas**

311

312 A duração de cada ínstar larval até a emergência dos adultos e o período total deste  
313 processo, após a exposição a resíduos dos inseticidas testados variou entre *C. externa*. (Tab.  
314 3). Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe causaram uma  
315 mortalidade de 98% das larvas nas primeiras 24 horas após a exposição, não sendo possível  
316 avaliar a duração dos instares nestes tratamentos. Metoxifenoizida, além de não causar a  
317 mortalidade quando ínstar do primeiro estágio larval foi exposto, também não alterou a  
318 duração, quando comparado com a testemunha, no qual não diferiu estatisticamente ( $W= 880$ ;  
319  $p= 0,18$ ). Já a duração do segundo e do terceiro ínstar foi menor para as larvas expostas ao  
320 metoxifenoizida, quando comparada com a testemunha, o segundo ínstar durou em média 2,50  
321 dias e foi menor estatisticamente ( $W= 1183$ ;  $p <0,01$ ) que a testemunha, que apresentou a  
322 média de 2,95 dias. Este padrão também ocorreu na avaliação do terceiro ínstar, onde a  
323 testemunha apresentou maior duração deste período, com média de 4,18 dias e as larvas  
324 expostas ao metoxifenoizida apresentaram a média de 3,27 dias de duração, diferente  
325 estatisticamente da testemunha ( $W= 284,50$ ;  $p <0,01$ ). A duração do período pré-pupa não  
326 diferiu estatisticamente, entre a testemunha e o inseticida metoxifenoizida ( $W= 718,50$ ;  $p=$   
327  $0,28$ ), já o período de pupa, houve diferença estatística entre eles ( $W= 1280$ ;  $p <0,01$ ), no qual  
328 a testemunha apresentou duração média de 5,02 dias e o metoxifenoizida de 4,20 dias.  
329 Conseqüentemente, metoxifenoizida apresentou duração do período total de desenvolvimento  
330 de larva a adulto de 13,79 dias, significativamente inferior ( $W= 1031,50$ ;  $p <0,01$ ) ao  
331 observado na testemunha (Tab. 3).

332 Os efeitos da exposição dos inseticidas nos parâmetros reprodutivo de adultos  
333 sobreviventes na aplicação na fase larval de *C. externa* foi avaliado apenas no inseticida  
334 metoxifenoizida, por que os demais inseticidas causaram uma alta mortalidade larval (Tab. 4).  
335 Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe foram nocivos (classe  
336 4), por apresentarem um efeito total 100% nas larvas. Já metoxifenoizida não alterou a  
337 fecundidade das fêmeas, apresentou valores próximo a testemunha, não havendo diferença  
338 estatística entre eles ( $df= 1$ ;  $F= 0,17$ ;  $p= 0,68$ ), também não houve diferença estatística quando

339 avaliada a fertilidade dos ovos ( $df= 1$ ;  $F= 2,50$ ;  $p= 0,30$ ). Dessa forma, metoxifenoazida foi  
340 considerado inócuo (classe 1) a fase larval de *C. externa* (Tab. 4).

341

#### 342 **5.4 Toxicidade de inseticidas em adultos**

343

344 O inseticida espinetoram causou 100% da mortalidade a adultos de *C. externa*, logo as  
345 24 horas após a exposição aos resíduos do inseticida ( $df= 5$ ;  $H= 15$ ;  $p =0,04$ ), ao contrário do  
346 que ocorreu aos adultos expostos a metoxifenoazida, que não causou nenhum efeito deletério  
347 aos mesmos (Fig. 2). Acetamiprido + etofenproxi causou mortalidade superior a 75% em  
348 adultos, além de diferir estatisticamente da testemunha, também ocorreu diferença estatística  
349 na mortalidade entre machos e fêmeas ( $W= 1031,50$ ;  $p <0,01$ ), no qual machos apresentaram  
350 mortalidade maior que fêmeas. Nesta mesma avaliação, o indoxacarbe apresentou mortalidade  
351 maior que 25% em adultos, diferindo estatisticamente do espinetoram, porém não diferiu  
352 estatisticamente, em relação a mortalidade de machos e fêmeas ( $W= 108,0$ ;  $p= 0,25$ ). Já na  
353 avaliação de 72 horas, a mortalidade de adultos expostos a acetamiprido + etofenproxi, se  
354 manteve á 75% em fêmeas, diferindo estatisticamente da testemunha ( $df= 5$ ;  $F= 6,94$ ;  $p$   
355  $<0,01$ ), e também a manteve-se a diferença estatística na mortalidade de fêmeas e machos  
356 ( $W= 1031,50$ ;  $p <0,01$ ). O indoxacarbe teve a mortalidade aumentada em machos, onde na  
357 avaliação de 24 horas, a mortalidade que era de 37,5%, passou a ser 50% na avaliação de 72  
358 horas, dessa maneira, a mortalidade diferiu estatisticamente entre machos e fêmeas ( $W=$   
359  $1031,50$ ;  $p <0,01$ ), onde fêmeas permaneceram com 25% de mortalidade. Após 120 horas, os  
360 adultos expostos aos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe  
361 apresentaram 100% de mortalidade, não diferindo entre si, mas diferindo estatisticamente da  
362 testemunha e do metoxifenoazida ( $df= 5$ ;  $H= 19,00$ ;  $p <0,01$ ) (Fig. 2).

363 O efeito subletal dos inseticidas testados aos adultos sobreviventes causaram  
364 alterações na fecundidade das fêmeas (Tab. 4), o inseticida metoxifenoazida diferiu  
365 estatisticamente da testemunha ( $W= 1031,50$ ;  $p <0,01$ ), com valor de 13,56 ovos por fêmea ao  
366 dia, inferior ao da testemunha que foi de 16,24 ovos por fêmea ao dia. Já a fertilidade desse  
367 ovos, apresentou-se estatisticamente igual a testemunha, com 95 e 92%, respectivamente,  
368 portanto, metoxifenoazida foi classificado como inócuo (classe 1) a adultos de *C. externa*. Os  
369 inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe foram classificados como  
370 nocivo (classe 4) a fase adulta do crisopídeo, por apresentarem um efeito total de 100% (Tab.  
371 4).

372

## 373 6. Discussão

374

375 A maioria dos inseticidas testados apresentaram-se inócuos às fases de ovo e pupa de  
376 *C. externa*, inclusive aqueles considerados de amplo espectro de ação, como piretróides,  
377 neonicotinóides e oxadiazinas, o que está de acordo com os resultados obtidos por Pasini et al.  
378 (2018), De Armas et al. (2019) e Souza et al. (2020). O efeito dos inseticidas sobre inimigos  
379 naturais, varia de acordo com a espécie, modo de aplicação e estágio de desenvolvimento  
380 (Perez-Aguilar et al. 2018; Carvalho et al. 2019). Já é relatada a variação na sensibilidade de  
381 espécies do gênero *Chrysoperla* entre inseticidas de diferentes grupos químicos e entre o  
382 mesmo grupo (Silva et al. 2017; Rimoldi et al. 2017; Luna et al. 2018).

383 O inseticida acetamiprido + etofenproxi, é uma mistura de neonicotinóide com  
384 piretróide, é uma junção de dois grupos químicos que agem da mesma forma, mas atuam em  
385 sítios distintos, sendo importante a sua utilização para o manejo da resistência de inseticidas  
386 (Abdel-Hamid et al. 2016). Enquanto os neonicotinóides são agonistas da acetilcolina, e  
387 mimetizam essa substância química transmissora de impulsos presente na sinapse nervosa  
388 (Elbert et al. 2008), os piretróides atuam especificamente nos canais de sódio, impedindo o  
389 fechamento destes canais e causando despolarização da membrana, como consequência, os  
390 insetos morrem devido à hiperexcitabilidade (Lilly et al. 2016; Soares e Carvalho 2018). O  
391 acetamiprido + etofenproxi apresentou diferenças de seletividade entre as fases imaturas  
392 avaliadas em *C. externa*, o que também foi relatado em testes com tiametoxam + lambda-  
393 cialotrina em *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) (Rugno et al.  
394 2015), onde também o inseticida não causou impactos negativos na viabilidade dos ovos,  
395 porém acarretou um efeito total de 42% em ovos e 13% em pupas de *C. cubana*, ao contrário  
396 do que ocorreu em *C. externa* que teve efeito total de 9,53% em ovos e 32,80% em pupas.

397 O inseticida espinetoram, que pertence ao grupo das espinosinas, não causou efeitos  
398 deletérios na viabilidade de ovos e de pupas de *C. externa*. Apesar de relatada a baixa  
399 toxicidade das espinosinas a vertebrados (Kovaríková et al. 2017), estes podem apresentar alta  
400 letalidade em predadores (Biondi et al. 2012). Além disso, o inseticida indoxacarbe também  
401 não causou efeitos nas fases imaturas, resultado já observado quando ovos e pupas de *C.*  
402 *externa* foram expostas a piretróides e organofosforados, que também atuam no sistema  
403 nervoso central dos insetos (Castilhos et al. 2014; De Armas et al. 2019).

404 A ausência de efeitos negativos na viabilidade de ovos em crisopídeos, ocorre devido a  
405 constituição química e física dessa estrutura, que é constituído de um córion, que é uma  
406 barreira que permite a entrada de substâncias hidrófilas e saída de água, essas barreiras

407 químicas e físicas podem impedir a entrada dos inseticidas (Rimoldi et al. 2017; Pasini et al.  
408 2018). Assim, os inseticidas testados, inclusive os neurotóxicos, não se mostraram tóxicos em  
409 função de suas formulações não terem sido capazes de penetrar no córion dos ovos. Em pupas  
410 de *C. externa*, o casulo de seda, que tem a função de proteção, possui orifícios que permitem a  
411 respiração, podendo servir de entrada para os inseticidas (Cosme et al. 2009; Souza et al.  
412 2020). No entanto, a maioria dos inseticidas testados provavelmente não foram capazes de  
413 penetrar por esses orifícios, demonstrando que o casulo de seda pode ser uma barreira física,  
414 consequentemente, não reduzindo a emergência de adultos de *C. externa*. A seletividade  
415 destes inseticidas, pode estar relacionada também à baixa taxa de penetração, devido à  
416 lipofilicidade do composto, espessura e composição dos ovos e das pupas (Dong et al. 2014).

417 O inseticida acetamiprido + etofenproxi foi classificado como nocivo (classe 4) a  
418 larvas e adultos de *C. externa*, apesar de relatada a seletividade de neonicotinóides á larvas de  
419 *C. externa* (Soares e Carvalho 2018), e constatada a resistência de *Chrysoperla carnea*  
420 (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae) a acetamiprido (Mansoor e Shad 2020). Pesquisas com  
421 inseticida tiametoxam, do mesmo grupo químico, não acarretaram a alta mortalidade de larvas  
422 e adultos de *C. externa*, porém a exposição ocasionou efeitos subletais na geração exposta, e  
423 também efeitos transgeracionais na geração F1(Sâmia et al. 2019). A sensibilidade do gênero  
424 *Chrysoperla* a piretróides é relatada em diversos trabalhos (Torres et al. 2013; Garzón et al.  
425 2015; Silva et al. 2017; Luna et al. 2018; Soares e Carvalho 2018; De Armas et al. 2019).  
426 Assim, a junção de dois grupos químico, aumenta a sua eficácia no controle de artrópodes-  
427 praga, porém pode aumentar ou diminuir a toxicidade á um inimigo natural, visto que a  
428 interação pode ser sinérgica ou antagônica, como relatado por Abdel-Hamid et al. (2016),  
429 onde a mistura de acetamiprido + clorpirifós aumentou a eficiência no controle de *Bemisia*  
430 *tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), mas diminuiu significamente a presença  
431 de *C. carnea* em campo, e também lambda-cialotrina + tiametoxam e lambda-cialortina +  
432 clorantraniliprole, ambos foram nocivos a larvas e adultos de *C. cubana* (Rugno et al. 2019),  
433 corroborando com resultado encontrado neste trabalho.

434 O inseticida espinetoram, também foi nocivo (classe 4) a larvas e adultos de *C.*  
435 *externa*. Este inseticida, pertencente ao grupo químico das espinosinas, é produzido através de  
436 compostos da bactéria *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao, 1990 (Actinomycetales:  
437 Pseudonocardíaceae) e atua ligando-se receptores nicotínicos da acetilcolina e,  
438 secundariamente, nos receptores do ácido gama amino butírico (GABA), causando a abertura  
439 dos canais iônicos, estimulando a condução dos estímulos nervosos e por consequencia a  
440 morte dos insetos (Santos-Junior et al. 2019; IRAC 2021). As espinosinas, apesar terem sido

441 considerado seletivo e de baixo risco ambiental (Martínez et al. 2019; Santos-Junior et al.  
442 2019), causaram alta mortalidade de *C. externa*, o que também já foi relatado a toxicidade  
443 destes inseticidas ao predador *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae)  
444 (Santos-Junior et al. 2019), *Podisus maculiventris* (Say, 1832) (Heteroptera: Pentatomidae)  
445 (Castro et al. 2018), além do efeito adverso a parasitoides e polinizadores (Biondi et al. 2012;  
446 Lopes et al. 2018).

447 O indoxacarbe pertence ao grupo químico das oxadiazina, atua bloqueando os canais  
448 de Na<sup>+</sup>, provocando a morte por paralisia, é eficiente no controle de artrópodes-praga e não  
449 provoca a morte imediata dos insetos (Silva et al. 2017). Este inseticida foi considerado  
450 nocivo (classe 4) a larvas e adultos de *C. externa*, e em adultos foi possível notar o tempo de  
451 ação do produto, onde nas primeiras 24 horas a mortalidade foi baixa, e aumentou com o  
452 tempo até causar 100% da mortalidade de adultos, resultado similiar ao encontrado para os  
453 crisopídeos *Chrysoperla genanigra* Freitas, 2003 (Silva et al. 2017), *C. carnea* (Mansoor e  
454 Shad 2020; e *Chrysoperla sinica* (Tjeder, 1936) (Neuropetera: Chrysopidae) (Shan et al.  
455 2020).

456 Apesar de não ter causado efeitos na mortalidade de larvas e adultos de *C. externa*, e  
457 ser considerado como inócuo (classe 1), o metoxifenzida causou uma diminuição no tempo  
458 de desenvolvimento de larva a adulto, o que pode ser vantajoso, visto, que o inseto fica menos  
459 tempo sujeito a outros predadores e/ ou canibalismo (Liu e Chen 2000). Além disso, em  
460 adulto de *C. externa*, o metoxifenzida causou uma redução na fecundidade, quando  
461 comparado com a testemunha, o que vai de acordo com Ono et al. (2017), que em *C. cubana*,  
462 este inseticida não afetou a mortalidade, mas diminui a fecundidade e a longevidade de  
463 fêmeas quando larvas foram expostas, e diminui também a taxa líquida de reprodução.  
464 Entretanto, é reconhecida a seletividade deste grupo de inseticida, que atua no sistema  
465 endócrino dos insetos, como agonistas aos receptores do hormônio 20-hidroxiecdisona,  
466 estimulando a muda precoce e consequente morte (Zotti et al. 2013), em predadores como em  
467 *C. externa* (Rimoldi et al. 2008), parasitoides como o *Hyposoter didymator* (Thunberg, 1824)  
468 (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Schneider et al. 2008) e deve ser sempre priorizada em  
469 comparação com piretroídes e organofosforados (Loetti e Bellocq 2016).

470 A avaliação da mortalidade individualizada para machos e fêmeas é necessária, uma  
471 vez que, além de apresentarem diferenças sexuais primárias, a fêmea é a responsável direta  
472 pela oviposição, e consequentemente de perpetuar a espécie (Carvalho e Souza 2000). Sendo  
473 assim testes de seletividade que abordam a diferenciação entre sexo são vitais ao sucesso do  
474 MIP. A mortalidade foi superior nos machos de *C. externa* expostos ao acetamiprido +

475 etofenproxi nas primeiras 24 e 72 horas, e ao indoxacarbe nas 72 horas após a exposição,  
476 quando comparadas as fêmeas. Castilhos et al. (2011), também relataram essa diferença na  
477 seletividade de fêmeas e machos, quando utilizaram inseticidas neurotóxicos, atribuindo a  
478 resistência da fêmea, por serem maior, e possuir maior tempo para ação do inseticida.

479 É importante ressaltar que a seletividade de um inseticida, está relacionada a vários  
480 fatores, como taxa de penetração dos inseticidas e peso molecular dos compostos (Bueno et  
481 al. 2017; Muller 2018), que podem variar ocasionando uma maior ou menor toxicidade. Além  
482 disso, há fatores ligados ao inseto, como o estágio de desenvolvimento, constituição do  
483 tegumento e produção de monooxigenases no citocromo P450 (Brattsten et al. 1986;  
484 Fernandes et al. 2010; Bueno et al. 2017) e até linhagens resistentes (Luna et al. 2018), podem  
485 influenciar na metabolização de inseticidas.

486 Dessa forma, é necessário ressaltar que o presente trabalho apresenta a toxicidade  
487 sobre diferentes estágios de *C. externa*, visto que, larvas são mais sensíveis que adultos,  
488 devido ao comportamento alimentar, no qual a fase larval permanece mais tempo em contato  
489 com a superfície contendo resíduos de inseticidas para buscar a sua fonte alimentar (Quesada  
490 e Sadof 2020). Em condições de laboratório, visto que o inseticida metofenozida foi  
491 considerado inócuo (classe 1), pode ser recomendando para utilização segura em cultivos que  
492 priorizem o MIP, já que não afeta nenhum estágio de desenvolvimento do predador, conforme  
493 a recomendação da IOBC (Hassan 1988). O inseticida acetamiprido + etofenproxi, muito  
494 utilizado para o controle de *A. fraterculus*, deve ser usado com cautela quando ocorrer a  
495 presença de pupa no campo, por apresentarem-se como levemente nocivo (classe 2) a esta  
496 fase. Porém, é importante ressaltar que os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram  
497 e indoxacarbe são nocivos (classe 4) para a fase, e que uma vez relatada a toxicidade de um  
498 inseticida sobre um inimigo natural, como *C. externa* é necessárias mais pesquisas para  
499 entender os fatores que podem estar associados, principalmente em condições de campo, visto  
500 a importância deste crisopídeo dentro do MIP.

501

## 502 **7. Agradecimentos**

503

504 Esta pesquisa teve o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
505 (CAPES) - Código financeiro 001.

506

## 507 **8. Contribuições dos autores:**

508

509 F.S.A., A.D.G. e D.E.N realizaram as pesquisas e planejaram os bioensaios; F.S.A., L.F e  
510 R.Z. mantiveram a criação de insetos e conduziram os experimentos F.S.A. analisou os dados  
511 e escreveu o artigo. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito.

512

## 513 **9. Conformidade com os padrões éticos**

514

515 **9.1 Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflito de interesses.

516

517 **9.2. Comprovação de ética:** “Este artigo não contém estudos com participantes humanos ou  
518 animais realizados por qualquer um dos autores”. Os autores concordam com a publicação do  
519 artigo.

520

## 521 **10. Referências**

522

523 Abdel-Hamid HFM, Soliman ESM, Osman H (2016) Field efficiency of certain  
524 neonicotinoids alone and their mixtures with chlorpyrifos against, *Aphis gossypii*, *Bemisia*  
525 *tabaci* and their predators *Coccinella septempunctata* and *Chrysoperla carnea*. Egypt. Acad.  
526 J. Biolog. Sci. 8(2):135-144. DOI: 10.21608/EAJBSF.2016.17126

527

528 Asadi M, Rafiee-Dastjerdi H, Nouri-Ganbalani G, Naseri B, Hassanpour M (2019) Lethal and  
529 sublethal effects of five insecticides on the demography of a parasitoid wasp. Int. J. Pest.  
530 Manag. 65(4):301-312. DOI: 10.1080/09670874.2018.1502899

531

532 Beloti VH, Alves GR, Araújo DFD, Picoli MM, Moral RDA, Demétrio CGB, Yamamoto PT  
533 (2015) Lethal and sublethal effects of insecticides used on citrus, on the ectoparasitoid  
534 *Tamarixia radiata*. Plos One 10(7):e0132128. DOI: 10.1371/journal.pone.0132128

535

536 Biondi A, Desneux N, Sicaro G, Zappalà L (2012) Using organic-certified rather than  
537 synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: selectivity and side effects  
538 of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. Chemosphere. 87(7):803–812.  
539 DOI:10.1016/j.chemosphere.2011.12.082

540



- 541 Brattsten LB, Holyoke Junior CW, Leeper JR, Raffa KF (1986) Insecticide resistance:  
542 challenge to pest management and basic research. *Science* 231(4743):1255-1260.  
543 DOI:10.1126/science.231.4743.1255  
544
- 545 Bueno AF, Carvalho GA, Santos AC, Sosa-Gómez DR, Silva DM (2017) Pesticide selectivity  
546 to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. *Cienc.  
547 Rural* 47(6):1-8. DOI:10.1590/0103-8478cr20160829  
548
- 549 Carvalho CF, Souza B (2000) Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, VHP  
550 (Ed.) Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. UFLA, Lavras,  
551 pp. 91-109  
552
- 553 Carvalho GA, Grützmacher AD, Passos LC, Oliveira RL (2019) Physiological and Ecological  
554 Selectivity of Pesticides for Natural Enemies of Insects. In: Souza B, Vázquez L, Marucci R  
555 (Eds.). *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems*. Springer, 2019.  
556 p.469–478. DOI: 10.1007/978-3-030-24733-1\_37  
557
- 558 Castilhos RV, Grützmacher AD, Nava DE, Zotti MJ, Siqueira PRB (2011) Seletividade de  
559 agrotóxicos utilizados em pomares de pêsegueo a adultos do predador *Chrysoperla externa*  
560 (Hagen,1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Rev. Bras. Frutic.* 3(1):73-80. DOI:10.1590/S0100-  
561 29452011005000042  
562
- 563 Castilhos RV, Grützmacher AD, Siqueira PRB, Moraes IL, Gauer CJ (2014) Seletividade de  
564 inseticidas utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*.  
565 *Ciênc. Rural* 44(11):1921-1928. DOI:10.1590/0103-8478cr20140248.  
566
- 567 Castro AA, Legaspi JC, Tavares WDS, Meagher Junior RL, Miller N, Kanga L, Haseeb M,  
568 Serrão JE, Wilcken CF, Zanuncio JC (2018) Lethal and behavioral effects of synthetic and  
569 organic insecticides on *Spodoptera exigua* and its predator *Podisus maculiventris*. *Plos  
570 One*13(11):e0206789. DOI:10.1371/journal.pone.0206789  
571
- 572 Cosme LV, Carvalho GA, Moura AP, Parreira DS (2009) Toxicidade de óleo de nim para  
573 pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae). *Arq. Inst. Biol.*  
574 76(2):233-238.

575

576 De Armas FS, Grutzmacher AD, Nava DE, Rakes M, Bueno, FA, Pasini RA (2019)  
577 Selectivity of pesticides used in peach orchards to eggs and pupae of the predators  
578 *Chrysoperla externa* and *Coleomegilla quadrifasciata*. Semina: Ciênc. Agrár. 40(4): 1427-  
579 1440. DOI:10.5433/1679-0359.2019v40n4p1427

580

581 De Armas FS, Grutzmacher AD, Nava DE, Pasini RA, Rakes M, Pazini JB (2020) Non-target  
582 toxicity of nine agrochemicals toward larvae and adults of two generalist predators active in  
583 peach orchards. Ecotoxicology 29:327–339. DOI: 10.1007/s10646-020-02177-5

584

585 Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007) Sublethal effects of pesticides on beneficial  
586 arthropods. Annu. Rev. Entomol. 52(1):81-106. DOI: 10.1146/annurev.ento.52.110405.  
587 091440

588

589 Dong K, Du Y, Rinkevich F, Nomura Y, Xu P, Wang L, Silver B, Zhorov BS (2014)  
590 Molecular biology of insect sodium channels and pyrethroid resistance. Insect Biochem. Mol.  
591 Biol. 50:1–17. DOI:10.1016/j.ibmb.2014.03.012

592

593 Ebeid AR, Elbehery HH, Farag NA, Gesraha MA (2017) Toxicity of some insecticides on the  
594 hymenopteran parasitoid, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Eur. J. Sustain. Dev.  
595 Res. 6(4):72-80. DOI:10.14207/ejsd.2017.v6n4p72

596

597 Elbert A, Haas M, Springer B, Thielert W, Nauen R (2008) Applied aspects of neonicotinoid  
598 uses in crop protection. Pest Manag. Sc. 64(11):1099-1105. DOI:10.1002/ps.1616

599

600 Fernandes FL, Bacci L, Fernandes MS (2010) Impact and selectivity of insecticides to  
601 predators and parasitoids. EntomoBrasilis 3(1):1-10. DOI:10.12741/ebrasilis.v3i1.52

602

603 Garzón A, Medina P, Amor F, Vinuela E, Budia F (2015) Toxicity and sublethal effects of six  
604 insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea*  
605 (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae).  
606 Chemosphere 132:87-93. DOI:10.1016/j.chemosphere.2015.03.016

607

- 608 Guedes RNC, Walse SS, Throne JE (2017) Sublethal exposure, insecticide resistance, and  
609 community stress. *Curr. Opin. Insect. Sci.* 21:47-53. DOI:10.1016/j.cois.2017.04.010  
610
- 611 Hassan SA (1988) Guideline for testing the side effect of pesticides on the egg parasite  
612 *Trichogramma cacoeciae*. *Bulletin SROP* 11:3-18  
613
- 614 IRAC, Insecticide Resistance Action Committee (2021). The Irac classification: an  
615 interactive mode of action (MoA) tool. Disponível em: [http://www.irac-online.org/modes-](http://www.irac-online.org/modes-of-action/)  
616 [of-action/](http://www.irac-online.org/modes-of-action/). Acessado: 05 jan 2021  
617
- 618 Kovariková K, Holý K, Skuhrovec J, Saska P (2017) The efficacy of insecticides against  
619 eggs and nymphs of *Aleyrodes proletella* (Hemiptera: Aleyrodidae) under laboratory  
620 conditions. *Crop Prot.* 98:40-45. DOI:10.1016/j.cropro.2017.03.013  
621
- 622 Kogan M (1998) Integrated Pest Management: Historical perspective and contemporary  
623 developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43:2043-2070. DOI:10.1146/annurev.ento.43.1.243  
624
- 625 Lilly DG, Dang K, Webb CE, Doggett SL (2016) Evidence for metabolic pyrethroid  
626 resistance in the common bed bug (Hemiptera: Cimicidae) *J. Econ. Entomol.* 109(3):1364-  
627 1368. DOI: 10.1093/jee/tow041  
628
- 629 Liu TX, Chen TY (2000) Effects of the chitin synthesis inhibitor buprofezin on survival and  
630 development of immatures of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). *J. Econ.*  
631 *Entomol.* 93:234–23. DOI:10.1603/0022-0493-93.2.234.  
632
- 633 Loetti V, Bellocq I (2016) Effects of the insecticides methoxyfenozide and cypermethrin on  
634 non-target arthropods: a field experiment. *Austral Entomol.* 56(3):255-260. DOI:10.1111/aen.  
635 12230  
636
- 637 Lopes MP, Fernandes KM, Tomé HVV, Gonçalves WG, Miranda FR, Serrão JE, Martins GF,  
638 (2018) Spinosad-mediated effects on the walking abilities, midgut, and Malpighian tubules of  
639 Africanized honey bee workers. *Pest Manag. Sci.* 74(6):1311–1318. DOI:10.1002/ps.4815  
640

- 641 Lorenzato D, Grellmann EO, Chouene EC, Meyer-Cachapuz LM (1986) Flutuação  
642 populacional de ácaros fitófagos e seus predadores associados à cultura da macieira (*Malus*  
643 *domestica* Bork) e efeitos dos controles químicos e biológicos. Agron. Sulriogr. 22:135-151.  
644
- 645 Luna RF, Bestete LR, Torres JB, Silva-Torres CSA (2018) Predation and behavioral changes  
646 in the neotropical lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae) exposed  
647 to lambda-cyhalothrin. Ecotoxicology 27(6):689-702. DOI:10.1007/s10646-018-1949-x  
648
- 649 Mansoor MM, Shad SA (2020) Genetics, cross-resistance and realized heritability of  
650 resistance to acetamiprid in generalist predator, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera:  
651 Chrysopidae). Egypt J. Biol. Pest Control. 30(1):1-8. DOI:10.1186/s41938-020-0213-x  
652
- 653 MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2021) Sistema de Agrotóxicos  
654 Fitossanitários <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/ principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.  
655 Acessado: 07 jan 2021  
656
- 657 Martínez LC, Plata-Rueda A, Gonçalves WG, Freire AFPA, Zanuncio JC, Bozdoğan H,  
658 Serrão JE (2019) Toxicity and cytotoxicity of the insecticide imidacloprid in the midgut of the  
659 predatory bug, *Podisus nigrispinus*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 167:69–75.  
660 DOI:10.1016/j.ecoenv.2018.09.124  
661
- 662 Medina P, Budia F, Estal P, Adán A, Viñuela E (2003) Side effects of six insecticides on  
663 different developmental stages of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae).  
664 IOBC/WPRS Bulletin 26(5):33-40.  
665
- 666 Müller C (2018) Impacts of sublethal insecticide exposure on insects-Facts and knowledge  
667 gaps. Basic Appl. Ecol. 30:1-10. DOI:10.1016/j.baae.2018.05.001  
668
- 669 Ono ÉK, Zanardi OZ, Santos KFA, Yamamoto PT (2017) Susceptibility of *Ceraeochrysa*  
670 *cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. Chemosphere 168:49-57.  
671 DOI:10.1016/j.chemosphere.2016.10.061  
672

- 673 Parra JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para  
674 produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi RA (Eds.). *Trichogramma e o controle*  
675 biológico aplicado. FEALQ, Piracicaba, pp121-150  
676
- 677 Pasini RA, Grützmacher AD, Pazini JB, De Armas FS, Bueno FA, Pires SN (2018) Side  
678 effects of inseticides used in wheat crop on eggs and pupae of *Chrysoperla externa* and  
679 *Eriopis connexa*. *Phytoparasitica* 46:115-125. DOI:10.1007/s12600-018-0639-9  
680
- 681 Pérez-Aguilar DA, Soares MA, Passos LC, Martínez AM, Pineda S, Carvalho GA (2018)  
682 Lethal and sublethal effects of insecticides on *Engytatus varians* (Heteroptera: Miridae), a  
683 predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ecotoxicology* 27:719–728.  
684 DOI:10.1007/s10646-018-1954-0  
685
- 686 Püntener W (1981) Manual for field trials in plant protection. Basle:Ciba-Geigy, Suíça  
687
- 688 Quesada CR, Sadof CS (2020) Residual toxicity of insecticides to *Chrysoperla rufilabris* and  
689 *Rhyzobius lophanthae* predators as biocontrol agents of pine needle scale. *Crop Prot.*  
690 130:105044. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.105044  
691
- 692 R Development Core Team. R (2021) - A language and environment for statistical computing.  
693 Versão 4.0.0. 2021. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 02 jan. 2021.  
694
- 695 Rimoldi F, Schneider MI, Ronco A (2008) Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs  
696 (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environ. Entomol.*  
697 37(5):1252–1257. DOI: 10.1603/0046-225x(2008)37[1252:soceen]2.0.co;2  
698
- 699 Rimoldi F, Fogel NM, Ronco AE, Schneider MI (2017) Comparative susceptibility of two  
700 Neotropical predators, *Eriopis connexa* and *Chrysoperla externa*, to acetamiprid and  
701 pyriproxyfen: Short and long-term effects after egg exposure. *Polluto Environ* 231(1):1042-  
702 1050. DOI:10.1016/j.ecoenv.2013.06.014  
703
- 704 Rugno GR, Zanardi OZ, Yamamoto PT (2015) Are the pupae and eggs of the lacewing  
705 *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides? *J. Econ. Entomol.*  
706 108:2630–263. DOI: 10.1093/jee/tov263

707

708 Rugno GR, Zanardi OZ, Parra JRP, Yamamoto PT (2019) Lethal and sublethal toxicity of  
709 insecticides to the lacewing *Ceraeochrysa cubana*. Neotrop. Entomol. 48(1):162-170.  
710 DOI:10.1007/s13744-018-0626-3

711

712 Sâmia RR, Gontijo PC, Oliveira RL, Carvalho GA (2019) Sublethal and transgenerational  
713 effects of thiamethoxam applied to cotton seed on *Chrysoperla externa* and *Harmonia*  
714 *axyridis*. Pest Manag. Sci. 75(3):694-701. DOI:10.1002/ps.5166

715

716 Santos-Junior VC, Martínez LC, Plata-Rueda A, Bozdoğan H, Zanuncio JC, Serrão JE (2019)  
717 Exposure to spinosad induces histopathological and cytotoxic effects on the salivary complex  
718 of the non-target predator *Podisus nigrispinus*. Chemosphere. 225:688-695.  
719 DOI:10.1016/j.chemosphere.2019.03.105

720

721 Schneider M, Smagghe G, Pineda S, Vinuela E (2008) The ecological impact of four IGR  
722 insecticides in adults of *Hyposoter didymator* (Hym., Ichneumonidae): pharmacokinetics  
723 approach. Ecotoxicology 17(3): 181-188. DOI:10.1007/s10646-007-0182-9

724

725 Schmuck R, Candolfi MP, Kleiner R, Mead-Briggs M, Moll M, Kemmeter F, Jans D,  
726 Waltersdorfer A, Wilhelmy HA (2000) Laboratory test system for assessing effects of plant  
727 protection products on the plant dwelling insect *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera:  
728 Coccinellidae). In: Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA,  
729 Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H (Eds.). Guidelines to evaluate  
730 side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/ WPRS, Reinheim,  
731 pp45-56

732

733 Schuber JM, Monteiro LB, Poltronieri AS, Cardoso NA, Mio LLM (2008) Influência de  
734 sistemas de produção sobre a ocorrência de inimigos naturais de afídeos em pomares de  
735 pessegueiros em Araucária-PR. Rev. Bras. Frutic. 30(2):336-342. DOI:10.1590/S0100-  
736 29452008000200012

737

738 Shan YX, Zhu Y, Li JJ, Wang NM, Yu QT, Xue CB (2020) Acute lethal and sublethal effects  
739 of four insecticides on the lacewing (*Chrysoperla sinica* Tjeder). Chemosphere 250:126321.  
740 DOI:10.1016/j.chemosphere.2020.126321

741

742 Silva BKDA, Godoy MSD, Lima AGD, Oliveira AKSD, Pastori PL (2017) Toxicity of  
743 insecticides used in muskmelon on first-instar larvae of *Chrysoperla genanigra* Freitas  
744 (Neuroptera: Chrysopidae). Rev. Caatinga 30(3):662-669. DOI:10.1590/1983-  
745 21252017v30n314rc

746

747 Soares ADFT, Carvalho GA (2018) Physiological selectivity of insecticides to eggs and  
748 larvae of predator *Chrysoperla externa* (Hagen)(Neuroptera: Chrysopidae). Coffee Science  
749 13(3):292–303. DOI:10.25186/cs.v13i3.1441

750

751 Souza JR, Moreira LB, Lima LRL, Silva TG, Braga PPM, Carvalho GA (2020) Susceptibility  
752 of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)(Neuroptera: Chrysopidae) to insecticides used in coffee  
753 crops. Ecotoxicology 29:1306–1314. DOI:10.1007/s10646-020-02261-w

754

755 Sterk G, Hassan SA, Baillod M, Bakker F, Bigler F, Blümel S, Bogenschutz H, Boller E,  
756 Bromand B, Brun J, Calis JNM, Coremans-Pelseneer J, Duso C, Garrido A, Grove A,  
757 Heimbach U, Hokkanen H, Jacas J, Lewis G, Moreth L, Polgar L, Roversti L, Samsøe-  
758 Peterson L, Sauphanor B, Schaub L, Stäubli A, Tuset JJ, Vainio A, Veire MV, Viggiani G,  
759 Vinuela E, Vogt H (1999). Results of the seventh joint pesticide testing programme carried  
760 out by the IOBC/WPRS-working group 'Pesticides and beneficial Organisms'. BioControl  
761 44(1):99-117. DOI:10.1023/A:1009959009802

762

763 Suárez-López YA, Hatem AE, Aldebis HK, Vargas-Osuna E (2020) Lethal and sublethal  
764 effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens)(Neuroptera:  
765 Chrysopidae). Crop Prot. 134:105217. DOI:10.1016/j.cropro.2020.105217

766

767 Torres AF, Carvalho GA, Santa-Cecília LVC, Moscardini VF (2013) Selectivity of seven  
768 insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). Rev.  
769 Colomb. Entomol. 39(1):34-39.

770

771 Vogt H, Bidfer F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A, Ufer A,  
772 Viñuela E, Wladburger M, Waltersdorfer A (2000) Laboratory method to test effects of plant  
773 protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Candolfi  
774 MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA,

- 775 Reber B, Schmuck R, Vogt H (Eds.). Guidelines to evaluate side-effects of plant protection  
776 products to non-target arthropods. IOBC/ WPRS, Reinheim, pp27-44  
777
- 778 Vogt H, Rumpf S, Wetzel C, Hassan SA (1992) A field method for testing effects of pesticides  
779 on the green lacewing *Chrysoperla carnea* Steph. IOBC/WPRS Bulletin, 15:176-182.  
780
- 781 Zotti MJ, Grutzmacher AD, Lopes IH, Smagghe G (2013) Comparative effects of insecticides  
782 with different mechanisms of action on *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae):  
783 Lethal, sublethal and dose-response effects. Insect Sci. 20(6):743-752. DOI:10.1111/1744-  
784 7917.12008  
785



**Tabela 1.** Inseticidas utilizados nos bioensaios de avaliação de toxicidade sobre ovos, pupa, larva e adultos de *Chrysoperla externa*.

Ingrediente ativo	Nome técnico	Grupo químico	Fabricante	Sítio de ação primário <sup>1</sup>	Cultura recomendada	Artrópodes-praga	D.C <sup>2</sup> .	C <sup>3</sup>
acetamiprido + etofenproxi	Eleitto	Neonicotinoide + Éter difenílico	Iharabras S.A.	Moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina + Moduladores de canais de sódio	<i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus persica</i> L. Batsh, e <i>Pyrus</i> spp. L	<sup>4</sup> <i>A. fraterculus</i> e <sup>5</sup> <i>G. molesta</i>	70	167 +300
espinetoram	Delegate	Espinosinas	Corteva Agriscience	Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina	<i>Cydonia oblonga</i> Mill., <i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus persica</i> L. Batsh, e <i>Pyrus</i> spp. L	<sup>4</sup> <i>A. fraterculus</i> , <sup>5</sup> <i>G. molesta</i> e <sup>6</sup> <i>A. spheropera</i>	30	250
indoxacarbe	Avatar	Oxadiazina	FMC Química do Brasil Ltda	Bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem	<i>Cydonia oblonga</i> Mill., <i>Malus domestica</i> Borkh., <i>Prunus persica</i> L. Batsh, e <i>Pyrus</i> spp. L	<sup>5</sup> <i>G. molesta</i>	75	150
metoxifenoazida	Intrepid 240 SC	Diacilhidrazina	Corteva Agriscience	Agonistas de receptores de ecdisteroides	<i>Malus domestica</i> Borkh.	<sup>5</sup> <i>G. molesta</i>	80	240

<sup>1</sup> Segundo o IRAC (2021); <sup>2</sup>D.C = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>); <sup>3</sup>C= Concentração de ingrediente ativo por produto (g.kg ou g.L); <sup>4</sup>*Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae); <sup>5</sup>*Grapholita molesta* (Busck,1916) (Lepidoptera: Tortricidae); <sup>6</sup>*Argyrotaenia spheropera* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae).

**Tabela 2.** Efeito total e classificação da IOBC, após a exposição de ovos e pupas de *Chrysoperla externa* á resíduos secos de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.

Tratamento	DC <sup>1</sup>	Ovos		Pupas				
		R.E.L. <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	R.E.A. <sup>4</sup>	Fecundidade	Fertilidade	E(%) <sup>5</sup>	C <sup>3</sup>
testemunha	---	---	-	0,00	16,72 ± 1,13 ab	95,29 ± 0,53 a	---	-
acetamiprido + etofenproxi	70	9,53	1	23,34	19,04 ± 0,80 a	73,33 ± 0,45 c	32,80	2
espinetoram	30	8,92	1	6,67	16,57 ± 0,15 ab	94,40 ± 0,25 a	6,67	1
indoxacarbe	75	10,65	1	13,03	19,83 ± 0,59 a	85,65 ± 0,47 b	8,09	1
metoxifenzida	80	3,38	1	6,67	14,96 ± 0,29 b	93,43 ± 0,08 a	22,13	1

<sup>1</sup>D.C = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>R.E.L. = Redução na eclosão de larvas corrigida por Schneider-Orelli (%); <sup>3</sup>C = Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%). <sup>4</sup>R.E.A. = Redução na emergência de adultos corrigida por Schneider-Orelli (%); <sup>5</sup>E = Efeito total (%); Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

**Tabela 3.** Duração média  $\pm$  EP (dias) dos ínstaes larvais, estágios de pré-pupa e pupa e duração do período larva-adulto de *Chrysoperla externa* quando o estágio larval foi exposto ao contato residual de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.

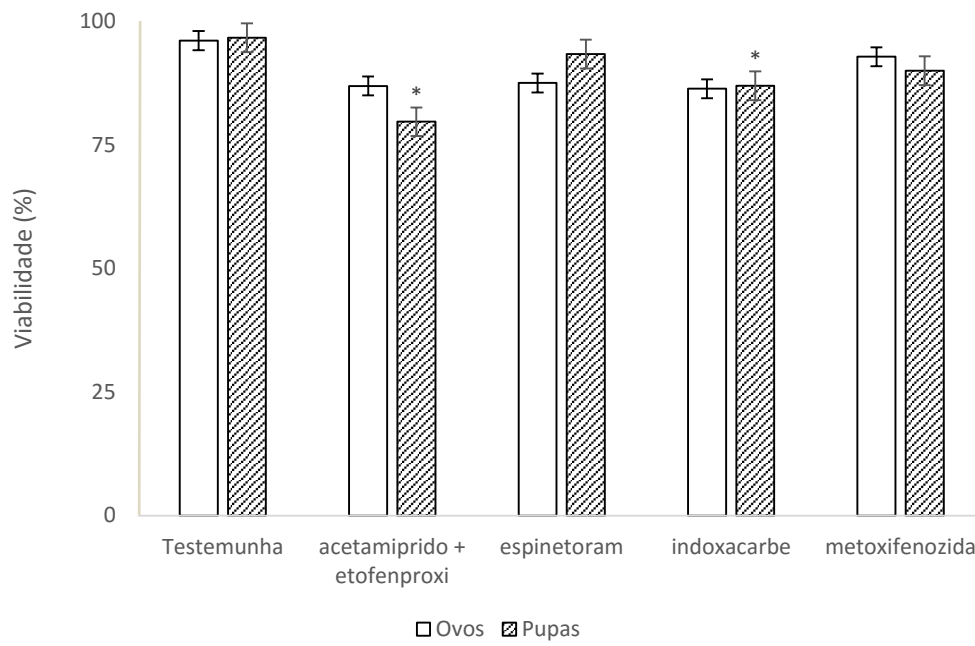
Tratamento	DC <sup>1</sup>	Duração (Dias)					
		1ºInstar	2ºInstar	3ºInstar	Pré Pupa	Pupa	Larva-Adulto
testemunha	---	1,92 $\pm$ 0,04a	2,95 $\pm$ 0,03a	4,18 $\pm$ 0,09a	1,07 $\pm$ 0,04a	5,02 $\pm$ 0,07a	14,25 $\pm$ 0,13a
acetamiprido + etofenproxi	70	---	---	---	---	---	---
espinetoram	30	---	---	---	---	---	---
indoxacarbe	75	---	---	---	---	---	---
metoxifenoziada	80	1,82 $\pm$ 0,06a	2,50 $\pm$ 0,11b	3,27 $\pm$ 0,11b	1,12 $\pm$ 0,06a	4,20 $\pm$ 0,10b	13,79 $\pm$ 0,12b

<sup>1</sup>D.C.= Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>). Médias foram analisadas pelo teste de Wilcoxon (p  $\leq$ 0,05).

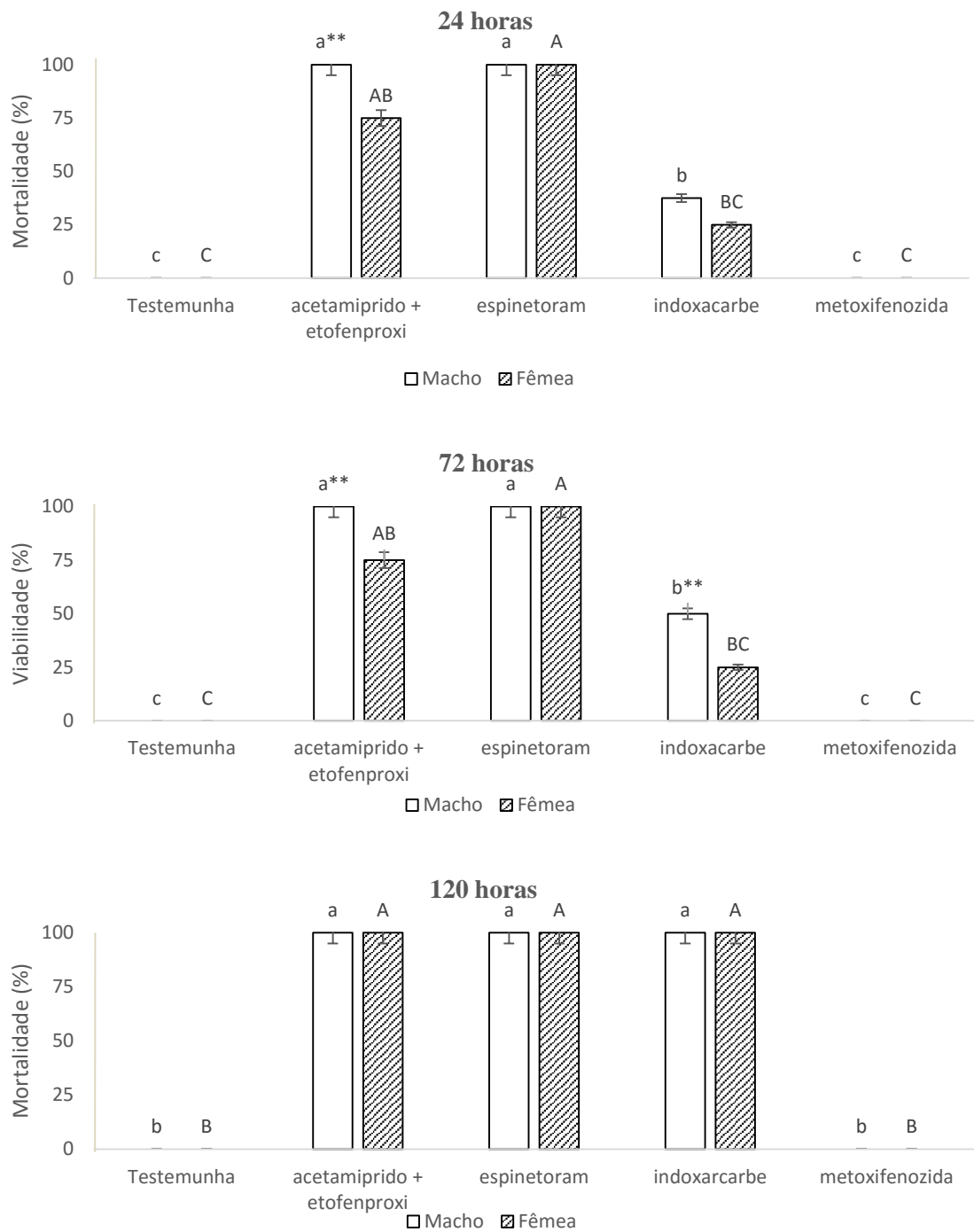
**Tabela 4.** Fecundidade, fertilidade, efeito total e classificação da IOBC, após a exposição de larvas e adultos de *Chrysoperla externa* á resíduos secos de inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado.

Tratamento	DC <sup>1</sup>	M (%) <sup>2</sup>	Fecundidade	Fertilidade	E <sup>3</sup>	C <sup>4</sup>
<b>Efeito em larvas</b>						
testemunha	---	---	17,63 ± 0,72 a	93,00 ± 1,37 a	---	---
acetamiprido + etofenproxi	70	98,00	---	---	100,00	4
espinetoram	30	98,00	---	---	100,00	4
indoxacarbe	75	100	---	---	100,00	4
metoxifenoziata	80	0,00	17,03 ± 0,99 a	91,50 ± 0,25 a	0,00	1
<b>Efeito em adultos</b>						
testemunha	---	---	16,24 ± 0,48 a	95,00 ± 1,92 a	--	--
acetamiprido + etofenproxi	70	100,00	---	---	100,00	4
espinetoram	30	100,00	---	---	100,00	4
indoxacarbe	75	100,00	---	---	100,00	4
metoxifenoziata	80	0,00	13,56 ± 0,97 b	92,00 ± 1,67 a	0,00	1

<sup>1</sup>D.C = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>); <sup>2</sup>M (%)= Mortalidade corrigida por Schneider-Orelli (%); <sup>3</sup>E = Efeito total (%); <sup>4</sup>C = Classes da IOBC: 1= inócuo (<30%), 2= levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p ≤0,05).



**Figura 1.** Viabilidade de ovos e pupas de *Chrysoperla externa* pulverizados com inseticidas utilizados na Fruticultura de Clima Temperado. \*Diferença significativa quando comparado a testemunha pelo teste de Dunnett ( $p \leq 0,05$ ).



**Figura. 2** Mortalidade acumulada de machos e fêmeas, quando o estágio adulto de *Chrysoperla externa* foi exposto ao contato residual com inseticidas utilizados. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas barras não preenchidas (machos) e pela mesma letra maiúscula nas barras com preenchimento (fêmeas) não diferem significativamente entre si pelo teste de Dunn, com correção de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ). <sup>\*\*</sup> Apresentam diferença estatística entre mortalidade de fêmeas e machos pelo teste de Wilcoxon ( $p \leq 0,05$ ).

## Artigo 2

(Conforme as normas do período “Ecotoxicology and Environmental Safety”)

**Ação residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador  
*Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

**Residual action of four insecticides on larvae and adults of the predator  
*Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

Franciele Silva De Armas<sup>1\*</sup>; Lisandra da Silva Furtado<sup>1</sup>; Rafael Antônio Pasini<sup>2</sup>;  
Dori Edson Nava<sup>3</sup>; Anderson Dionei Grutzmacher<sup>1</sup>.

1 **Ação residual de quatro inseticidas sobre larvas e adultos do predador *Chrysoperla***  
2 ***externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

3  
4 **Residual action of four insecticides on larvae and adults of the predator *Chrysoperla***  
5 ***externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**

6  
7 Franciele Silva De Armas<sup>1\*</sup>;

8 Lisandra da Silva Furtado<sup>1</sup>;

9 Rafael Antônio Pasini<sup>2</sup>;

10 Dori Edson Nava<sup>3</sup>;

11 Anderson Dionei Grutzmacher<sup>1</sup>.

12  
13 <sup>1</sup>Departamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia  
14 Eliseu Maciel (FAEM), caixa postal 354, 96010-900, Capão do Leão, Rio Grande do Sul,  
15 Brasil.

16  
17 <sup>2</sup>Centro de Ensino Superior Riograndense (CESURG), 99560-000, Sarandi, Rio Grande do  
18 Sul, Brasil.

19  
20 <sup>3</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Clima Temperado,  
21 caixa postal 403, 96010-971, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

22  
23 \*Franciele Silva De Armas,  
24 Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), 96010900,  
25 caixa postal 354, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil.

26 E-mail: frandearmas@gmail.com

27 Telefone: +55 53 98137025

28  
29  
30  
31  
32  
33  
34



35 **1. Resumo:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a persistência (duração da atividade  
36 nociva) dos inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe e  
37 metoxifenoazida em larvas e adultos do predador *Chrysoperla externa*, Hagen, 1861  
38 (Neuroptera: Chrysopidae). Os bioensaios utilizaram as metodologias propostas pela  
39 *International Organization for Biological and Integrated Control* (IOBC). Os inseticidas  
40 foram pulverizados em plantas de videira cv. Bordô, utilizando-se a máxima dosagem  
41 recomendada no controle de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) e  
42 *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) em pomares de  
43 pessegueiro, macieira e pereira. Semanalmente, aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a  
44 pulverização, larvas e adultos do predador foram expostos a folhas pulverizadas para  
45 determinação do efeito residual dos inseticidas na mortalidade e possíveis efeitos na  
46 fecundidade da fêmea e na fertilidade dos ovos. Em função da toxicidade observada ao longo  
47 dos bioensaios semanais, os inseticidas foram classificados conforme a escala de persistência  
48 da IOBC. Houve diferenças quanto a persistência para os estágios avaliados, o inseticida  
49 espinetoram sendo classificado como moderadamente persistente (classe 3) a larvas e  
50 levemente persistente (classe 2) a adultos, e o indoxacarbe considerado também como  
51 moderadamente persistente (classe 3) para fase larval e como inseticida de vida curta (classe  
52 1) a fase adulta do crisopídeo, evidenciando assim a diferença de suscetibilidade entre as fases  
53 de desenvolvimento de *C. externa*. Os inseticidas acetamiprido+ etofenproxi e metofenoazida  
54 são os mais indicados para a aplicação segura em áreas que ocorrem a presença do predador,  
55 devido serem classificados como inseticidas de vida curta (classe 1) as fases de larva e adulta  
56 de *C. externa*, devendo ser priorizado em áreas que visem a utilização de estratégias baseadas  
57 no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

58 **Palavras-chave:** crisopídeo, persistência de inseticidas, controle químico, controle biológico,  
59 fruticultura de clima temperado.

60

## 61 **2. Introdução**

62

63 A mariposa oriental, *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) e a  
64 mosca das frutas *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Tephritidae) são os  
65 principais artrópodes-praga que ocorrem em frutíferas de clima temperado no Brasil  
66 (Monteiro et al. 2020; Stupp et al. 2021; Zhang et al. 2021). O controle químico, com a  
67 pulverização de inseticidas sintéticos, é a forma mais utilizada pelos produtores para controle  
68 desses artrópodes-praga (Leivas et al. 2020; Monteiro et al. 2020). Apesar da eficiência no

69 controle, a utilização destes produtos está associada a diversos efeitos negativos, como  
70 seleção de indivíduos resistentes, ressurgência de pragas secundárias, redução ou eliminação  
71 populações de inimigos naturais (Desneux et al. 2007; Fernandes et al. 2010), práticas  
72 contrárias aos princípios do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (Carvalho et al. 2019).

73 O MIP preconiza a utilização de inseticidas seletivos em consonância com a presença  
74 de inimigos naturais, devendo sempre ser priorizado a utilização do controle biológico frente  
75 a aplicação exclusiva de inseticidas (Kogan 1998; Beloti et al. 2015; Shan et al. 2020). Entre  
76 os inimigos naturais presentes em pomares, o predador generalista *Chrysoperla externa*  
77 (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) têm grande importância, por apresentar ampla  
78 distribuição geográfica, alta capacidade predatória no estágio larval, ampla gama de  
79 hospedeiros, tolerância a alguns inseticidas e alto potencial reprodutivo (Santos et al. 2006;  
80 Pasini et al. 2020; Suárez-López et al. 2020). Além disso, predadores generalistas como *C.*  
81 *externa*, têm vantagem sobre especialistas devido a polifagia e podem explorar diversos  
82 recursos alimentares e sobreviver no agroecossistema sem pragas alvo, evitando assim seu  
83 ressurgimento (Symondson et al. 2002; De Armas et al. 2020). Portanto, *C. externa* tem alto  
84 potencial para atuar na supressão de pragas secundárias, como por exemplo, o ácaro rajado  
85 *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), o ácaro vermelho *Panonychus ulmi*  
86 (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) e o pulgão *Brachycaudus persicae* (Passerini, 1860)  
87 (Hemiptera: Aphididae), presentes em pomares no Brasil (Sato et al. 2011; Castilhos et al.  
88 2019) e no mundo (Nauen et al. 2001; Rameshgar et al. 2019).

89 Deste modo, programas de MIP procuram aumentar a compatibilidade entre os  
90 métodos de controle, para aumentar a sua eficiência, incluindo métodos químicos e biológicos  
91 (Carvalho et al. 2019; Suárez-López et al. 2020). Portanto, uma das primeiras etapas para  
92 projetar uma estratégia de controle biológico é avaliar a toxicidade de inseticidas usados para  
93 o controle dos artrópodes-praga em seus inimigos naturais. Esta avaliação deve ser realizada  
94 não só em laboratório, mas em condições de semi-campo (casa-de-vegetação) e campo,  
95 medindo não apenas a toxicidade imediatamente após a aplicação, mas também a  
96 permanência do inseticida e a evolução de sua toxicidade com o tempo (Morales et al. 2019).  
97 Além disso, testes laboratoriais avaliam a mortalidade excluindo fatores/variáveis ambientais,  
98 podendo este resultado ser amplificado ou reduzido em casa de vegetação e campo (Abdullahi  
99 et al. 2020). Também é necessário compreender as fases de desenvolvimento e  
100 comportamento do inseto testado (Afza et al. 2020; Quesada e Sadof 2020), logo, é esperado  
101 que as fases imaturas e adultas de *C. externa* apresentem diferenças de toxicidade,  
102 necessitando assim de testes apropriados em ambas as fases de desenvolvimento.

103 Diversos fatores podem interferir na toxicidade de um agrotóxico em condições de  
104 semi-campo e campo, por isso, é necessário a realização de testes com uma metodologia  
105 validada, para mensurar os impactos dos pesticidas em organismos não alvo (Jansen 2010). A  
106 propósito disso, a *International Organization for Biological and Integrated Control* (IOBC)  
107 propõe uma avaliação reconhecida globalmente, envolvendo vários testes de laboratório,  
108 semicampo e campo (Hassan 1994). Essas etapas de avaliação permitem para determinar  
109 diferentes características toxicológicas dos inseticidas e estabelecer se são compatíveis com  
110 controle e apropriado para uso no MIP. A espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836)  
111 (Neuroptera: Chrysopidae) é uma espécie padrão conforme a IOBC, para avaliação de testes  
112 que envolvam seletividade e persistência de agrotóxicos (Vogt et al. 1998). No Brasil, *C.*  
113 *externa* é uma opção viável dentro das espécies de ocorrência neotropical para testes de  
114 seletividade e persistência de inseticidas (Castilhos et al. 2019), havendo estudos na cultura do  
115 pessegueiro (Castilhos et al. 2019) e no trigo (Pasini et al. 2020). Portanto, o objetivo deste  
116 estudo foi avaliar a ação residual (duração da atividade nociva) de quatro inseticidas usados  
117 para controle de *G. molesta* e *A. fraterculus*, nas fases larval e adulta de *C. externa*, utilizando  
118 a metodologia proposta pela IOBC.

119

### 120 **3. Material e Métodos**

121

#### 122 **3.1 Insetos**

123

124 Adultos e larvas de *C. externa* utilizados nos bioensaios, foram provenientes de uma  
125 criação mantida no Laboratório de Manejo Integrado de Pragas, da Universidade Federal de  
126 Pelotas (LabMIP/ UFPel, RS, Brasil), em sala climatizada (temperatura (T):  $25\pm 1^\circ\text{C}$ ; umidade  
127 relativa (UR):  $70\pm 10\%$ ; fotofase (FT): 14 horas).

128 Ovos do predador foram depositados em bandejas plásticas (43 cm x 27 cm x 13 cm),  
129 tampadas com um tecido voile até a eclosão. Larvas de *C. externa* foram individualizadas e  
130 mantidas em tubo de ensaio (12 cm de comprimento x 5 cm diâmetro), fechado com filme de  
131 PVC transparente e alimentadas *ad libitum*, com ovos do hospedeiro alternativo *Ephestia*  
132 *kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), mantidas conforme metodologia proposta  
133 por Parra (1997) até a pupação. Adultos foram mantidos em gaiolas de acrílico (15,5 cm de  
134 altura x 18,5 cm de diâmetro), fechadas com papel toalha, em ambas as extremidades, que  
135 serviram de substrato para oviposição. Água destilada foi fornecida por capilaridade mediante  
136 um orifício na gaiola, e também uma dieta artificial composta de 15 mL de leite condensado,

137 2 gemas de ovo, 1 clara de ovo, 30 g de mel, 20 g de açúcar, 30 g de levedura de cerveja, 50 g  
138 de germe de trigo e 45 mL de água destilada (Vogt et al. 2000), a qual foi adicionada ao redor  
139 da gaiola, na altura do orifício de entrada da água. Duas vezes por semana, a água e a dieta  
140 foram substituídas, e o papel toalha com as posturas foram removidos, sendo os ovos  
141 mantidos nas bandejas até a eclosão das larvas.

142

### 143 **3.2 Plantas**

144

145 Foram usadas plantas de videira (*Vitis labrusca* L), variedade “Bordô”, como substrato  
146 vegetal para a aplicação dos inseticidas conforme recomendação da IOBC (Ternes et al.  
147 2001). Em junho de 2018, foram coletadas 80 estacas, da matriz situado na propriedade  
148 “Vinhos Nardello” (31° 30’ 47’’ S, 52° 36’ 50’’ W), e transferidas para a casa de vegetação do  
149 Laboratório de Manejo Integrado de Pragas (LabMIP/UFPel), situado na Universidade  
150 Federal de Pelotas (31° 48’ 09’’ S, 52° 25’ 02’’ W). Estas estacadas foram colocadas em sacos  
151 plásticos de 10cm x 16cm, contendo substrato vegetal. Aos três meses após a colocação das  
152 estacas para o enraizamento, as mudas foram transplantadas para vasos de 10L com substrato  
153 vegetal e adubadas conforme recomendação técnica (Melo et al. 2016). As mudas foram  
154 mantidas sem a presença de inflorescência e irrigadas diariamente e permaneceram até final  
155 dos bioensaios na casa de vegetação (T: 30.0 ± 9,0 °C; UR: 60.0 ± 25%). Foram utilizadas 6  
156 plantas, com 210 dias em média, que possuíam no mínimo 30 folhas com 12 cm de diâmetro,  
157 para cada tratamento, em cada estágio de desenvolvimento avaliado (larva e adulto).

158

### 159 **3.3 Inseticidas testados**

160

161 Os quatro inseticidas selecionados para os bioensaios (Tab. 1), com diferentes grupos  
162 químicos e modo de ação (IRAC 2021), são usados em culturas da fruticultura de clima  
163 temperado, como pessegueiro, macieira e pereira para o controle de *G. molesta* e *A.*  
164 *fraterculus*. Todos os inseticidas avaliados são recomendados para pulverização foliar, e  
165 foram avaliados na máxima dosagem de campo recomendada (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>), com volume  
166 de aplicação recomendado de 1000L. ha<sup>-1</sup> (MAPA 2021).

167

### 168 **3.4 Bioensaios**

169

170 Os bioensaios foram conduzidos seguindo as metodologias da IOBC, propostas por  
171 Hassan e Abdelgader (2001), Castilhos et al. (2019) e Pasini et al. (2020). A pulverização foi  
172 realizada em plantas, com um pulverizador pressurizado a CO<sub>2</sub>, com bico jato plano (Teejet  
173 XR110015EVS). A pressão de trabalho utilizada na pulverização foi de 50 psi, se deu até o  
174 ponto de escorrimento. Após a secagem das caldas, as plantas foram acondicionadas na casa  
175 de vegetação (T: 30.0 ± 9,0 °C; UR: 60.0 ± 25%). Além disso um tratamento controle (água  
176 destilada), foi acrescentado em todos os bioensaios.

177 Semanalmente aos 3, 10, 17, 24 e 31 dias após a aplicação (DAP) dos inseticidas, as  
178 folhas com os resíduos de cada tratamento foram retiradas das plantas, com um auxílio de  
179 uma tesoura, transferidas para o laboratório (T: 25±1°C; UR: 70±10%; FT:14 horas), para  
180 serem utilizadas nos bioensaios de avaliação da atividade nociva (persistência) para as fases  
181 de larva e adulto de *C. externa*.

182

### 183 **3.5 Exposição de larvas**

184

185 Para a confecção das gaiolas de exposição para a fase larval, foram utilizadas bandejas  
186 de plástico de 5L, com uma base de metacrilato (34 cm de comprimento x 20 cm de largura),  
187 coberta com pano composto por 50% poliéster e 50% viscose, com o intuito de manter a  
188 umidade. Folhas de videira contendo resíduos secos dos inseticidas foram destacadas das  
189 plantas e levadas para o laboratório, onde foram colocadas sobre esta base revestida com  
190 pano, e em seguida sobrepostas por duas placas de metacrilato (32 cm comprimento x 8 cm  
191 largura), as quais possuíam cinco orifícios cada (5 cm de diâmetro). Em cada orifício foi  
192 acoplado um copo plástico (50 mL), desprovido de fundo, previamente polvilhados com talco;  
193 para evitar o escape de larvas; formando as arenas de exposição. Larvas de primeiro ínstar (1-  
194 2 dias de idade) foram adicionadas nestas arenas, com auxílio de pincel fino, e permaneceram  
195 em contato com as folhas de videira até a emergência dos adultos, sendo alimentados  
196 diariamente *ad libitum* com ovos de *E. kuehniella*. O delineamento utilizado foi inteiramente  
197 casualizado. Cada tratamento consistiu em quatro placas de metacrilato com cinco arenas  
198 cada, totalizando 20 insetos por experimental unidade. Diariamente foi avaliada a mortalidade  
199 das larvas e a duração do período de desenvolvimento (larva a adulto) em dias e os  
200 parâmetros reprodutivos, foram avaliados naqueles tratamentos que obtiveram mortalidade  
201 acumulada foi ≤ 50%.

202

### 203 **3.6 Exposição de adultos**

204

205           Para a exposição de adultos *C. externa* as folhas de videira contendo resíduos dos  
206 inseticidas, foram confeccionadas gaiolas de exposição compostas por duas placas de vidro  
207 (14 cm x 14 cm), onde estas placas serviam de fundo e cobertura das gaiolas. A placa  
208 referente ao fundo da gaiola, foi coberta com tecido composto por 50% poliéster e 50%  
209 viscose, sobre este tecido a folha de videira previamente destacada foi colocada e  
210 posteriormente também um anel metacrilato (diâmetro de 10 cm; altura de 3 cm), com cinco  
211 orifícios (diâmetro de 1,3 cm), fechado com tecido tipo voile para permitir a ventilação. Um  
212 orifício foi conectado a uma bomba de sucção para eliminar vapores tóxicos e outro orifício  
213 (diâmetro de 0,8) foi usado para fornecer água aos insetos. A dieta artificial foi fornecida na  
214 lateral da gaiola. Após a confecção das gaiolas, adultos com uma semana de idade, foram  
215 inseridos nas gaiolas e mantidos em sala climatizada. O delineamento utilizado foi  
216 inteiramente casualizado. Cada tratamento consistiu em quatro gaiolas, contendo oito insetos.  
217 Cada gaiola foi considerada uma repetição, totalizando 16 insetos por unidade experimental.  
218 A mortalidade acumulada foi avaliada após 120 h de exposição a resíduos de inseticidas  
219 (Schmuck et al. 2000). Testes subletais foram realizados nos tratamentos em que a  
220 mortalidade acumulada foi  $\leq 50\%$ .

221

### 222 **3.7 Avaliação dos efeitos subletais em adultos sobreviventes**

223

224           Além da mortalidade, os efeitos subletais nos parâmetros reprodutivos (fecundidade e  
225 fertilidade) foram avaliados em adultos que sobreviveram nos bioensaios de avaliação da  
226 duração da atividade nociva dos inseticidas nas fases de larva e adulto de *C. externa*. Apenas  
227 foram realizadas as avaliações nos tratamentos com taxa de mortalidade  $\leq 50\%$ . Para analisar  
228 parâmetros reprodutivos, cinco a sete casais de *C. externa* que sobreviveram aos bioensaios  
229 anteriores foram sedados com CO<sub>2</sub> e transferido para gaiolas de acrílico e mantidos nas  
230 mesmas condições climáticas da criação (ver 3.1). Três dias após a primeira postura, os ovos  
231 depositados no papel toalha, foram coletados por quatro dias consecutivos. O número total de  
232 ovos de cada coleta foi mensurado e dividido pelo número de fêmeas na gaiola a fim de se  
233 determinar a fecundidade média (número de ovos por fêmea ao dia). Além disso, a cada  
234 coleta, os ovos foram removidos do papel toalha, com uma tesoura e um pincel, e incubado  
235 em placas de cultura celular com 96 poços (Kasvi Ltda., Pinhais, PR, Brasil), revestido com  
236 filme de PVC transparente, para evitar canibalismo e fuga, e foi avaliado diariamente a  
237 quantidade de ovos eclodidos a fim de calcular a fertilidade dos ovos em cada tratamento.

238

### 239 **3.8 Classificação da seletividade**

240

241 A classificação da seletividade de larvas e adultos, levou em conta as porcentagens  
242 de mortalidade, foram calculadas para cada tratamento e corrigidas em função da testemunha  
243 pela fórmula de Schneider-Orelli (Püntener 1981). O efeito total de tratamento foi calculado  
244 por meio da fórmula proposta por Vogt et al. (1998):

$$249 \quad E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$$

245 onde: E = efeito total (%); M% = mortalidade no tratamento corrigida em função da  
246 testemunha; R1 = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
247 tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não  
248 tratada.

250 Os inseticidas foram classificados quanto à seletividade em função do efeito total, de  
251 acordo com as classes de toxicidade propostas pela IOBC: 1) inócuo (<30%); 2) levemente  
252 nocivo (30-79%); 3) moderadamente nocivo (80-99%); e 4) nocivo (>99%) (Sterk et al.  
253 1999). Quando os inseticidas se mostraram inócuos em dois bioensaios consecutivos, ou ao  
254 final dos bioensaios, estes foram classificados de acordo com a escala de persistência da  
255 IOBC em: 1) vida curta (<5 dias); 2) levemente persistente (5-15 dias); 3) moderadamente  
256 persistente (16-30 dias), e 4) persistente (>30 dias) (Hassan 1994).

257

### 258 **3.9 Análise estatística**

259

260 A mortalidade das larvas e adultos foi analisada separadamente para cada intervalo de  
261 exposição usando um modelo linear generalizado (GLM) com distribuição binomial de erro  
262 através da função de ligação probit. O número de insetos mortos foi considerado como  
263 variável resposta (dependente), enquanto tempo e os tratamentos (acetamiprido + etofenproxi,  
264 espinetoram, indoxacarbe, metoxifenoazida e controle) foram incluídos como variáveis  
265 explicativas (independentes). A interação tratamentos \* tempo também foi analisada. O teste  
266 qui-quadrado de Pearson foi usado para dimensionar os parâmetros que explicam a  
267 sobredispersão.

268 Os dados referentes a mortalidade de larvas e adultos, e a duração do período de  
269 desenvolvimento também foram submetidos a análise de Kruskal-Wallis para analisar a  
270 significância ( $p \leq 0,05$ ) e posteriormente ao teste de média de Dunn, com correção de  
271 Bonferroni a 5% ( $p \leq 0,05$ ). Os valores obtidos nas análises de fecundidade e fertilidade foram

272 submetidos à análise exploratória de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk e  
273 homocedasticidade pelo teste de Barlett e a independência dos resíduos foi verificada  
274 graficamente. Posteriormente esses dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ),  
275 quando significativo, foram submetidos ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises  
276 estatísticas foram realizadas com o software R versão 4.0.0. (R Development Core Team,  
277 2021).

278

## 279 **4. Resultados**

280

### 281 **4.1 Efeito residual em larvas**

282

283 Os experimentos demonstraram que os inseticidas apresentaram efeito significativo  
284 sobre a mortalidade do predador ( $\chi^2 = 228,42$ ;  $df = 4$ ;  $p < 0,001$ ) (Fig. 1). A estatísticas do  
285 modelo linear generalizado mostrou que o fator tempo ( $p < 0,001$ ) e a interação de tratamento  
286 \* tempo ( $p = 0,02$ ) também causaram efeitos significativos a fase imatura. Os inseticidas  
287 espinetoram, indoxacarbe e acetamiprido + etofenproxi apresentaram uma probabilidade de  
288 mortalidade superior a observada para metoxifenoizida em todos os períodos de tempo  
289 avaliados (3, 10, 17, 24 e 31 DAP) (Fig. 1).

290 Na avaliação de mortalidade de larvas aos 3 DAP, os produtos acetamiprido +  
291 etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe causaram a maior mortalidade, diferindo da  
292 testemunha ( $df = 4$ ;  $H = 11,99$ ;  $p = 0,03$ ), sendo classificados como nocivos (classe 4), a larvas  
293 de *C. externa* com efeito total de 100% (Tab. 2). O metoxifenoizida apesar de não ter causado  
294 uma alta mortalidade o efeito total foi de 44 % (Mat. Suplementar S1), sendo considerado  
295 moderadamente nocivo (classe 3) a larvas do predador (Tab. 2). Após 10 dias aplicação dos  
296 inseticidas (DAP), o acetamiprido + etofenproxi não diferiu estatisticamente da testemunha  
297 ( $df = 4$ ;  $H = 14,96$ ;  $p = < 0,001$ ), e o efeito total foi de 20,05% (Mat. Supl. S1), sendo  
298 classificado como inócuo (classe 1) (Tab. 2). Já os inseticidas espinetoram e indoxacarbe  
299 causaram elevada mortalidade de larvas diferindo da testemunha, e foram considerados  
300 nocivos (classe 4) a *C. externa* na avaliação de 10 DAP, porém em 17 DAP, estes dois  
301 inseticidas apesar de causarem uma mortalidade superior a testemunha ( $df = 4$ ;  $H = 11,49$ ;  $p =$   
302  $0,02$ ), foram classificados como levemente nocivo (classe 2) (Tab. 2), devido ao efeito total  
303 ter sido de 34,34 % para espinetoram e 45,26 % para o indoxacarbe em 17 DAP (Mat. Supl.  
304 S1). Na avaliação de 24 DAP, espinetoram e indoxacarbe não diferiram estatisticamente da  
305 testemunha ( $df = 4$ ;  $H = 12,50$ ;  $p = 0,02$ ) (Tab. 2), porém as mortalidades que eram de 35% e



306 40,2% na avaliação de 17 DAP, reduziram em 30% para ambos os tratamentos, ocasionando  
307 um efeito total de 0,00% e 10,36%, respectivamente (Mat. Supl. S1), classificados como  
308 inócuos (classe 1) (Tab. 2).

309 Aos 31 DAP nenhum tratamento diferiu estatisticamente da testemunha ( $df= 4$ ;  $H=$   
310  $7,40$ ;  $p= 0,11$ ) (Tab. 2), e os efeitos totais de todos os inseticidas testados foram inferiores a  
311 30% (Mat. Supl. S1). Portanto, todos os tratamentos avaliados foram considerados como  
312 inócuo (classe 1) á larvas do predador (Tab. 2). Os inseticidas espinetoram e indoxacarbe por  
313 apresentarem-se nocivos (classe 4) a larvas até aos 10 DAP, e foram classificados como  
314 moderadamente persistentes (classe 3), por apresentar toxicidade entre 16 e 30 dias. Já  
315 acetamiprido + etofenproxi e metoxifenoizida foram considerados inseticidas de vida curta  
316 (classe 1), por apresentarem atividade nociva inferior a 5 dias para larvas de *C. externa* (Tab  
317 2.)

318 Não foi possível avaliar duração do período de desenvolvimento de larva a adulto aos  
319 3 DAP para acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe devido a alta mortalidade  
320 larval. O inseticida metoxifenoizida apresentou valor superior a testemunha, diferindo  
321 estatisticamente ( $df= 1$ ;  $H= 2,50$ ;  $p <0,001$ ), nesta avaliação (Tab. 3). Em 10 DAP, o  
322 inseticida metoxifenoizida apresentou maior valor com 21,21 dias, diferindo estatisticamente  
323 da testemunha com 20,85 dias, mas não diferindo do acetamiprido + etofenproxi com 21,14  
324 dias ( $df= 2$ ;  $H= 6,24$ ;  $p= 0,04$ ). Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e espinetoram  
325 apresentaram os maiores valores na avaliação de 17 DAP, diferindo estatisticamente da  
326 testemunha ( $df= 4$ ;  $H= 14,70$ ;  $p= 0,01$ ). Nas avaliações de 24 e 31 DAP, todos os tratamentos  
327 não diferiram estatisticamente (24 DAP:  $df= 4$ ;  $H= 1,88$ ;  $p= 0,76$ ; 31 DAP:  $df= 4$ ;  $H= 2,12$   $p=$   
328  $0,71$ ) (Tab. 3).

329

#### 330 **4.2 Efeito residual em adultos**

331

332 Os inseticidas apresentaram efeitos significativos sobre a mortalidade da fase adulta do  
333 predador ( $\chi^2= 187,67$ ;  $df= 4$ ;  $p <0,001$ ) (Fig. 2). Os resultados obtidos na análise das  
334 estatísticas do modelo linear generalizado mostraram que o fator tempo ( $p <0,001$ ) e a  
335 interação de tratamento \* tempo ( $p <0,001$ ) também causaram efeitos significativos a fase  
336 adulta do predador (Fig. 2). O inseticida espinetoram apresentou a maior probabilidade de  
337 mortalidade em relação aos outros inseticidas em todos os intervalos de tempo analisados  
338 (Figura 2). O inseticida acetamiprido+etofenproxi foi o inseticida com menor probabilidade  
339 de mortalidade nos cinco períodos de tempo avaliados (Fig. 2).

340 O inseticida acetamiprido + etofenproxi que não diferiu estatisticamente da  
341 testemunha na avaliação de 3DAP ( $df= 4$ ;  $H= 12,90$ ;  $p= 0,02$ ), sendo considerado inócuo  
342 (classe 1) a adultos de *C. externa* (Tab. 4). Os demais tratamentos obtiveram um efeito total  
343 de 100% (Mat. Supl. S2), portanto, foram classificados como nocivos (classe 4)(Tab. 4). O  
344 inseticida espinetoram causou a maior mortalidade entre os inseticidas testados nesta  
345 avaliação, diferindo estatisticamente da testemunha, mas não diferindo dos inseticidas  
346 indoxacarbe e metoxifenoazida. Assim, como na avaliação de 3 DAP, na avaliação de 10 DAP,  
347 o espinetoram ocasionou a maior mortalidade de adultos de *C. externa*, diferindo  
348 estatisticamente da testemunha e de todos os tratamentos ( $df= 4$ ;  $H= 13,40$ ;  $p= 0,01$ ). Em 17  
349 DAP, o espinetoram também foi o tratamento com a maior mortalidade testada, porém apesar  
350 de não ter diferindo estatisticamente da testemunha, diferiu estatisticamente de acetamiprido +  
351 etofenproxi que causou a menor mortalidade avaliada ( $df= 4$ ;  $H= 11,02$ ;  $p= 0,03$ ). Porém,  
352 todos os inseticidas testados foram inócuos (classe 1) (Tab 3.). Apesar de apresentar a maior  
353 mortalidade de 33,30%, o espinetoram, obteve um efeito total de 5,73 (Mat. Supl. S2), isso  
354 ocorreu devido este inseticida não ter alterado negativamente os parâmetros reprodutivos  
355 (fecundidade e fertilidade).

356 Nas avaliações de 24 e 31 DAP, todos os produtos testados foram classificados como  
357 inócuos (classe 1) a fase adulta de *C. externa*. Não houve diferença estatística entre os  
358 tratamentos nestas duas avaliações (24 DAP:  $df= 4$ ;  $H= 12,05$ ;  $p= 0,02$  e 31 DAP:  $df= 4$ ;  $H=$   
359  $3,59$ ;  $p= 0,46$ ) (Tab. 3). O inseticida acetamiprido + etofenproxi, indoxacarbe e  
360 metoxifenoazida foram classificados como de vida curta (classe 1), devido apresentar uma  
361 atividade nociva inferior a 5 dias a fase adulta do predador. O inseticida espinetoram foi  
362 classificado como levemente persistente (classe 2), por apresentarem duração de atividade  
363 residual entre 5 e 16 dias (Tab. 3).

364

#### 365 **4.3 Efeito subletais nos adultos sobreviventes**

366

367 Na avaliação dos parâmetros reprodutivos dos insetos sobreviventes a exposição a  
368 folhas de videira contendo resíduos dos insetos, não houve diferença estatísticas entre os  
369 tratamentos avaliados em 3 DAP, tanto na avaliação de fecundidade, como na fertilidade (Fig.  
370 3) (Fecundidade (FEC):  $df= 1$ ;  $F= 0,05$ ;  $p= 0,82$  e Fertilidade (FER):  $df= 1$ ;  $F= 0,42$ ;  $p= 0,53$ )  
371 e em adultos (FEC:  $df= 1$ ;  $F= 0,09$ ;  $p= 0,77$  e FER:  $df= 1$ ;  $F= 0,03$ ;  $p= 0,86$ ). (Fig. 4). É  
372 importante frisar que apenas foi avaliado estes parâmetros na testemunha e no  
373 metoxifenoazida, devido à alta mortalidade nos demais tratamentos na avaliação de 3 DAP.

374 O mesmo padrão citado na avaliação de 3 DAP, ocorreu nas avaliações de 10 DAP e  
375 17 DAP, onde também não houve diferença estatística nas avaliações de fertilidade e  
376 fecundidade, tanto na fase larval (Fig. 3), quando na fase adulta (Fig. 4). Para a fase larval em  
377 10 DAP, foi realizado a avaliação de fertilidade e fecundidade de acetamiprido + etofenproxi  
378 e metoxifenoazida, onde não houve diferença estatística entre os dois tratamentos ( $df= 2$ ;  $F=$   
379  $1,50$ ;  $p= 0,27$ ). Devido os inseticidas espinetoram e indoxacabe apresentarem elevada  
380 mortalidade, não foi possível realizar as avaliações para estes tratamentos em 10 DAP. Na  
381 avaliação da fecundidade quando expostas larvas, o acetamiprido + etofenproxi apresentou o  
382 valor de 18,67 ovos por fêmea ao dia e a testemunha foi de 17,58 ovos por fêmea ao dia. Já na  
383 avaliação da fertilidade, o metoxifenoazida apresentou valor de 88,74%, a testemunha 80%, e  
384 acetamiprido + etofenproxi 86,05%, porém não houve diferença estatística entre os  
385 tratamentos nesta avaliação ( $df= 2$ ;  $F= 0,60$ ;  $p= 0,57$ ) (Fig. 3). Na avaliação de adultos  
386 sobreviventes em 10 DAP, apenas o espinetoram não foi avaliado devido à alta mortalidade, e  
387 o acetamiprido + etofenproxi, apresentou o valor de fecundidade de 17,07, a testemunha foi  
388 de 14,75 e o indoxacabe de 12,97 ovos por fêmea ao dia, porém estatisticamente não houve  
389 diferença entre os tratamentos ( $df= 3$ ;  $H= 3,03$ ;  $p= 0,38$ ), na avaliação da fertilidade todos os  
390 tratamentos não diferiram estatisticamente ( $df= 3$ ;  $H= 5,37$ ;  $p= 0,14$ ) (Fig. 4).

391 Diferentemente das avaliações de 3 e 10 DAP, todos os tratamentos foram avaliados  
392 em 17 DAP, porém não houve diferença estatística na avaliação de larvas (FEC:  $df= 4$ ;  $F=$   
393  $1,38$ ;  $p= 0,85$  e FER:  $df= 4$ ;  $F= 2,37$ ;  $p= 0,09$ ) (Figura 3) e adultos (FEC:  $df= 4$ ;  $F= 8,24$ ;  $p=$   
394  $0,08$  e FER:  $df= 4$ ;  $F= 1,27$ ;  $p= 0,86$ ) (Fig. 4) expostos. O tratamento acetamiprido +  
395 etofenproxi obteve um valor de fecundidade com 24,69 ovos por fêmea, porém na avaliação  
396 de fertilidade apresentou o menor percentual entre os tratamentos de 70,45 %, o oposto do que  
397 ocorreu com o indoxacabe que obteve um valor de fecundidade com 20,37 ovos por fêmea ao  
398 dia, e maior fertilidade observada de 86,86% (Fig. 3). Para a avaliação de adultos, o  
399 espinetoram apresentou o maior valor absoluto na avaliação de fecundidade (19,0 ovos por  
400 fêmea ao dia), e fertilidade (84,78%) (Fig.4).

401 Em 24 DAP, para a fecundidade de fêmeas expostas na fase larval, não houve  
402 diferença estatística entre os tratamentos ( $df= 4$ ;  $F= 1,26$ ;  $p= 0,21$ ) (Fig. 3), e o  
403 metoxifenoazida apresentou maior valor absoluto de 25,06 ovos por fêmea ao dia. Porém na  
404 avaliação de fertilidade, este inseticida apresentou o menor valor de 60,37 %, diferindo  
405 estatisticamente do espinetoram, que teve a maior fertilidade avaliada, porém não diferindo  
406 estatisticamente da testemunha ( $df= 4$ ;  $F= 2,27$ ;  $p < 0,001$ ). Em adultos expostos, não houve  
407 diferença estatística entre os tratamentos nas avaliações de fecundidade ( $df= 4$ ;  $F= 0,29$ ;  $p=$

408 0,87), e fertilidade ( $df= 4$ ;  $F= 1,18$ ;  $p= 0,36$ ), e o espinetoram apresentou os maiores valores  
409 absolutos nestas avaliações, com 25,33 ovos por fêmea ao dia, e 89,49 % na fertilidade dos  
410 ovos (Fig. 4).

411 As avaliações de fecundidade das fêmeas e a fertilidade dos ovos quando a exposição  
412 ocorreu na fase larval em 31 DAP, não mostraram diferenças estatísticas entre os tratamentos  
413 avaliados (FEC:  $df= 4$ ;  $F= 0,32$ ;  $p= 0,85$  e FER:  $df= 4$ ;  $F=1,82$ ;  $p= 0,17$ ), (Fig. 3). O inseticida  
414 acetamiprido + etofenproxi obteve o maior valor absoluto na avaliação de fecundidade, com  
415 21,68 ovos por fêmea, seguido da testemunha com 21,03 ovos por fêmea ao dia, já na  
416 avaliação de fertilidade o metoxifenoazida e o espinetoram apresentaram os maiores valores,  
417 com 91,66% e 87,29%, respectivamente (Fig. 3). Em adultos após 31 DAP, na avaliação de  
418 fecundidade das fêmeas não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados ( $df= 4$ ;  
419  $F= 0,12$ ;  $p= 0,97$ ), mas na avaliação de fertilidade o inseticida indoxacarbe apresentou o  
420 menor valor de 70,07%, diferiu estatisticamente do espinetoram que apresentou 89,44% ( $df=$   
421  $4$ ;  $F= 5,38$ ;  $p <0,001$ ), já os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e metofenoazida, ambos  
422 apresentaram 80,36 % de viabilidade dos ovos, não diferindo estatisticamente da testemunha  
423 nem do espinetoram (Fig.4).

424

## 425 5. Discussão

426

427 Este estudo fornece novas informações importantes sobre os padrões de toxicidade de  
428 quatro inseticidas pertencentes a cinco modos de ação diferentes (MoAs) para *C. externa* e a  
429 relação com níveis de resíduos na superfície da folha. De acordo com os critérios da IOBC, os  
430 inseticidas testados em casa de vegetação, são divididos em quatro classes com base em sua  
431 toxicidade (Jansen 2010). Aqueles que tiveram duração da atividade nociva menor que 5 dias,  
432 são classificados como vida curta (classe 1); como levemente persistente (classe 2) aqueles  
433 com atividade nociva entre 5 e 15 dias; moderadamente persistente (classe 3) quando a  
434 duração da atividade nociva ocorreu entre 16 e 30 dias e persistente (classe 4), quando for  
435 acima de 30 dias (Hassan 1994). Porém, sabe-se que muitos fatores estão envolvidos no  
436 resultado da persistência foliar de inseticidas químicos, como as condições climáticas, tipo de  
437 aplicação, espécie de planta, dosagem, intervalo entre aplicação e idade da folha (Jacobsen et  
438 al. 2015; Pérez-Aguilar et al. 2018; Morales et al. 2019).

439

440 O uso de inseticidas contendo misturas de ingredientes ativo com diferentes MoAs é  
441 uma estratégia de manejo de resistência para reduzir a pressão de seleção (Sparks e Nauen  
2015; Vanaclocha et al. 2019). Os mecanismos de resistência baseados no sitio alvo, podem

442 ser menores com a mistura de dois ingredientes ativos, em comparação com cada um  
443 individualmente (Vanaclocha et al. 2019). O inseticida acetamiprido + etofeproxí pertence ao  
444 grupo 3A e ao Grupo 4A (IRAC 2021), e atua como moduladores competitivos de receptores  
445 nicotínicos da acetilcolina na pós-sinapse (Casida e Durkin 2013; Vanaclocha et al. 2019), e  
446 como moduladores de canais de sódio (Soares e Carvalho 2018), respectivamente. O  
447 acetamiprido + etofenproxí apesar de apresentar-se como um inseticida de vida curta para  
448 larvas e adultos de *C. externa*, apresentou diferenças na seletividade em razão do tempo de  
449 avaliação, no qual foi nocivo a fase larval e inócuo a fase adulta de *C. externa*, na avaliação  
450 de mortalidade após três dias a aplicação dos tratamentos. Uma hipótese para maior  
451 sobrevivência de adultos e maior mortalidade de larvas, pode ser devido ao maior contato das  
452 larvas em comparação com o adulto, devido sua complexa atividade de forrageamento, os  
453 quais aumentam a possibilidade de interação com uma superfície tratada com inseticida  
454 (Garzón et al. 2015). Além disso, a toxicidade de acetamiprido foi reportada para *Chrysoperla*  
455 *rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Hippodamia convergens* (Guérin-  
456 Menévillé, 1842) (Coleoptera: Coccinellidae) após exposição a folhas de mirtilo com 14 DAP  
457 (Roubos et al. 2014). Outros autores também encontraram alta toxicidade de imidacloprid,  
458 outro inseticida do grupo dos neonicotinóides, logo após a aplicação, seguido por uma  
459 diminuição da mortalidade durante os dias seguintes, quando a aplicação ocorreu em folhas,  
460 como *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) (Rugno et al. 2015),  
461 *Orius insidiosus* (Say, 1832) (Hemiptera: Anthracoridae) (Fernandes et al. 2016) e *Engytatus*  
462 *variatus* (Distant, 1884) (Hemiptera: Miridae) (Morales et al. 2019). É importante ressaltar, que  
463 este inseticida atua por contato e via sistêmico, eles têm um amplo espectro de ação e são  
464 facilmente translocados em plantas através do xilema e floema (Rortais et al. 2005), apesar de  
465 sido considerado de vida curta para *C. externa*, outros trabalhos utilizando tiametoxam, do  
466 mesmo grupo químico, apresentou maior efeito residual sobre os predadores *Eriopis connexa*  
467 (Germar, 1824) (Coleoptera: Coccinellidae), *C. externa*, *O. insidiosus* e *Podisus nigrispinus*  
468 (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae), resultado atribuído devido ser um inseticida  
469 sistêmico, podendo permanecer mais tempo na planta, dessa forma, podendo prejudicar o  
470 controle biológico (Machado et al. 2019).

471 O inseticida espinetoram foi classificado como moderadamente persistente (classe 3) a  
472 larvas, e levemente persistente (classe 2) a adultos do predador. Espinetoram pertence ao  
473 grupo 5 (IRAC 2021), e atua ligando-se primeiramente aos receptores nicotínicos da  
474 acetilcolina e, posteriormente, nos receptores do ácido gama amino butírico, causando a  
475 abertura dos canais iônicos, levando a morte dos insetos (Santos-Junior et al. 2019). Apesar de

476 relatada a seletividade das espinosinas a predadores (Castro et al. 2018; Santos-Junior et al.  
477 2019), as condições climáticas podem influenciar diretamente a velocidade das reações  
478 químicas, podendo aumentar ou diminuir a eficiência de inseticida (Morales et al. 2019). A  
479 temperatura pode ser capaz de acelerar as reações químicas, causando muitas vezes, a  
480 degradação acelerada do produto (Itoiz et al. 2012; Morales et al. 2019). Entretanto, Mansoor  
481 et al. (2015), relataram que as espinosinas têm coeficiente negativo e apresentam melhor  
482 desempenho em temperaturas mais baixas, no qual a toxicidade deste composto diminuiu em  
483 1,27 vezes a 28°C e 1,47 vezes em 40° C em *C. carnea*. Porém, outros fatores devem ser  
484 levados em conta, como umidade relativa e radiação solar (Itoiz et al. 2012; Morales et al.  
485 2019). A umidade relativa baixa ao longo do experimento, pode explicar em parte a baixa taxa  
486 de degradação das reações químicas ocorridas na solução. Além disso, baixa incidência de  
487 radiação ultravioleta (UV), que ocorre em experimentos realizados na casa de vegetação,  
488 como o deste trabalho, também pode ser um fator crucial, visto, que em campo a luz direta  
489 causa a degradação do produto, e apesar de não ter sido medida nos bioensaios, pode haver  
490 diminuição de 75 % na intensidade de UV nestas condições, devido a presença do plástico  
491 (Morales et al. 2019), resultados que corroboram por aqueles encontrados testes por Jamil et  
492 al. (2019), com acaro predador *Neoseiulus fallacis* (Garman,1948) (Acari: Phytoseiidae), que  
493 também mostraram o efeito residual de espinetoram de até 14 DAP, e para o predador *Orius*  
494 *laevigatus* (Fieber, 1860) (Hemiptera: Anthocoridae), que teve a mortalidade 75% após a 1  
495 hora a exposição e diminuiu para 75% após 7 DAP, e 25% após 14 DAP, esta diminuição na  
496 toxicidade foi atribuída a diluição do inseticida nas folhas, devido a alta atividade enzimática  
497 (Biondi et al. 2012).

498 O indoxacarbe pertence ao grupo 22A (IRAC 2021), e atua como bloqueadores de  
499 canais de sódio dependentes da voltagem (Silva et al. 2017), e foi classificado como  
500 moderadamente persistente (classe 3) a larvas e como inseticida de vida curta (classe 1) a  
501 adultos de *C. externa*. Diversas pesquisas apontam o indoxacarbe seletivo a diversos inimigos  
502 naturais, como parasitoides, crisopídeos e coccinélídeos (Pereira et al. 2014; Roubos et al.  
503 2014; Araujo et al. 2017). E um dos fatores que pode estar relacionado nesta seletividade, é o  
504 envolvimento da enzima monooxigenase do citocromo P450, podendo estar relacionada no  
505 processo de desintoxicação do predador, como foi relatado para *Solenopsis saevissima*  
506 (Smith,1855) (Hymenoptera: Formicidae), em testes de toxicidade de efeitos residuais com  
507 fase adulta da formiga em casa de vegetação (Araujo et al. 2017).

508 O inseticida metofenozida foi considerado de vida curta (classe 1), a larvas e adultos  
509 do crisopídeo. Este inseticida, pertence ao grupo 18 (IRAC 2021), do grupo químico das

510 diacilhidrazina, atua como agonista dos receptores de ecdisteroides (Rimoldi et al. 2008). É  
511 reconhecida a seletividade deste composto sobre inimigos naturais, como parasitoides e  
512 predadores (Zotti et al. 2013; Ono et al. 2017). Inseticidas que inibem a síntese de quitina,  
513 como metoxefenozida, agem principalmente por ingestão, mas alguns compostos podem  
514 apresentar toxicidade por contato e afetar adversamente os parâmetros reprodutivos, como  
515 fecundidade e principalmente a fertilidade (Ono et al. 2017; Shan et al. 2020). Além disso  
516 atuam principalmente em larvas de lepidópteros (Zotti et al. 2013; Perez Aguilar et al. 2018).  
517 A baixa toxicidade deste inseticida sobre larvas e adultos observados no presente estudo  
518 corrobora a literatura, confirmando a seletividade sobre *C. externa*, porém alterando a  
519 fecundidade e fertilidade das fêmeas em alguns testes, como relatado com *C. cubana* em  
520 testes laboratoriais (Ono et al. 2017).

521 É importante ressaltar que as plantas de videiras utilizadas nos experimentos ficaram  
522 em casa-de-vegetação durante 31 dias após a aplicação dos inseticidas, protegidas de chuva e  
523 também da radiação ultravioleta. Além disso, a umidade relativa também é baixa na maioria  
524 dos dias, diferentemente do que ocorre no campo, e a duração da atividade nociva de um  
525 inseticida pode variar por diversos fatores, podendo ser favorecida ou prejudicada, devido a  
526 temperatura, umidade relativa, radiação solar, idade da planta, condições sanitárias e hídricas  
527 da planta (Machado et al. 2019; Morales et al. 2019; Pasini et al. 2020). Além disso, fatores  
528 referente ao inseto, como idade, estágio de desenvolvimento, linhagens resistentes, produção  
529 de esterases e de monooxigenases no citocromo P450, também podem influenciar (Luna et al.  
530 2018; Carvalho et al. 2019; Morales et al. 2019, Quesada e Sadof 2020).

531 Os inseticidas espinetoram e o indoxacarbe, que foram classificados como  
532 moderadamente persistente (classe 3), devem ser testados em condições de campo, visto que  
533 podem ter os impactos suavizados em *C. externa*, devido a ações climáticas atuarem sobre  
534 produto e também a capacidade de locomoção do inseto, em evitar áreas tratadas (Hassan  
535 1994). Diferenças quanto à persistência para os dois estágios de desenvolvimento avaliados  
536 de cada espécie foram observadas para o espinetoram e o indoxacarbe, sendo que o  
537 espinetoram foi moderadamente persistente a larvas e levemente persistente a adultos, e o  
538 indoxacarbe foi moderadamente nocivo a larvas e considerado de vida curta para adultos de *C.*  
539 *externa*. Resultados semelhantes encontrado por Pasini et al. (2020), que encontraram  
540 diferença na persistência para larvas e adultos de *C. externa* e *E. connexa*, constando também  
541 que o estágio larval é mais sensível que o estágio adulto. Esta diferença na seletividade pode  
542 ser devido a capacidade de forrageamento dos dois estágios (Gárzon et al. 2015). Quesada e  
543 Sadof (2020), relatam também que diferença de seletividade entre crisopídeos e coccinelídeos

544 pode ser devido ao habito alimentar, onde coccinelídeos mastigadores são mais sensíveis que  
545 imaturos de crisopídeos que se alimentam apenas do conteúdo celular da presa.

546 Nem sempre a persistência de inseticidas é executada em estudos envolvendo a  
547 seletividade de pesticidas, porém são informações que auxiliam diagnosticar o impacto dos  
548 inseticidas nos organismos não alvo e ajuda estimar a sobrevivência da população de inimigos  
549 naturais após exposição ao controle químico (Castilhos et al. 2019; Pasini et al. 2020).  
550 Castilhos et al. (2019) relataram ainda a importância de testes de persistência principalmente  
551 em pomares, como de pessegueiro, que são altamente dependentes do controle químico para  
552 controlar pragas de ordem primária, assim testes de persistência podem auxiliar na  
553 manutenção de predadores, como *C. externa* existentes em pomares, e auxiliar na tomada de  
554 decisão quando houver a decisão de inundar área com este predador, de forma que devem ser  
555 programados para ocorrer após a intervalo de persistência. Dessa forma, é possível ocorrer  
556 uma compatibilidade entre o controle químico e biológico, favorecendo a presença de *C.*  
557 *externa* em pomares, auxiliando principalmente na supressão de pragas consideradas como  
558 secundárias, diminuindo assim o uso indiscriminado de inseticidas.

559 Por fim, ressaltamos que inseticidas ainda são as principais estratégias para a  
560 manutenção de artrópodes-praga a baixo do limiar de dano econômico, e ainda a integração  
561 dos controles químicos e biológicos é fundamental para o sucesso do MIP, ademais, só é  
562 possível com a utilização de inseticidas seletivos, isto é, que não cause nenhum dano a  
563 inimigos naturais. Além disso, a preservação de inimigos naturais provavelmente reduzirá os  
564 surtos de pragas secundárias, e principalmente irão agir sobre os indivíduos sobreviventes das  
565 espécies de pragas alvo sob seleção pressão para resistência, portanto, atrasando a seleção de  
566 resistência (Carvalho et al 2019; Machado et al. 2019). Do mesmo modo, estratégias que  
567 visem diminuir a resistência também são essenciais em MIP, como a rotação de inseticidas  
568 com o mesmo modo de ação ou a utilização de inseticidas contendo dois ingredientes ativos.  
569 Por isso, destacamos a importância deste trabalho, avaliando o período residual dos  
570 inseticidas como acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe e metoxifenoziada, que  
571 pertencem a cinco diferentes grupos (IRAC 2021).

572 Em geral, nossos resultados sugerem que os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e  
573 metoxifenoziada são os mais indicados em pomares que visem as técnicas do MIP, visto que  
574 estes dois inseticidas são considerados de vida curta (classe 1), a larvas e adultos de *C.*  
575 *externa*. Já os inseticidas espinetoram e indoxacarbe devem ser evitados quando houver a  
576 presença de larvas de *C. externa*, por serem classificados como moderadamente persistente  
577 (classe 3) a fase larval do predador, apesar de espinetoram ser classificado como levemente



578 persistente (classe 2) e indoxacarbe como inseticida de vida curta (classe 1) a fase adulta do  
579 predador, devem ser usados com moderação em pomares, principalmente quando há larvas,  
580 em razão que são mais sensíveis que os adultos.

581

## 582 **6. Contribuições dos autores:**

583

584 F.S.A., A.D.G. e D.E.N realizaram as pesquisas e planejaram os bioensaios; F.S.A. e L.F.  
585 mantiveram a criação de insetos e conduziram os experimentos F.S.A. e R.A.P analisaram os  
586 dados e escreverem o artigo. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito.

587

## 588 **7. Conformidade com os padrões éticos**

589

590 **7.1 Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflito de interesses.

591

592 **7. 2. Comprovação de ética:** “Este artigo não contém estudos com participantes humanos ou  
593 animais realizados por qualquer um dos autores”. Os autores concordam com a publicação do  
594 artigo.

595

## 596 **8. Referências**

597

598 Abdullahi G, Obeng-Ofori D, Afreh-Nuamah K, Billah M K (2020) Acute and residual  
599 concentration-dependent toxicities of some selected insecticides to adult *Bactrocera invadens*  
600 Drew, Tsuruta and White (Diptera: Tephritidae). J. Basic Appl. Zool. 1:1-10. DOI:  
601 10.1186/s41936-020-00144-4

602

603 Afza R, Riaz MA, Afzal M (2020) Sublethal effect of six insecticides on predatory activity  
604 and survival of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) following contact with  
605 contaminated prey and residues. Gesunde Pflanz. 72(1):77-86. DOI:10.1007/s10343-019-  
606 00487-1

607

608 Araújo TAD, Picanço MC, Ferreira DDO, Campos JN, Arcanjo LDP, Silva GA (2017)  
609 Toxicity and residual effects of insecticides on *Ascia monuste* and predator *Solenopsis*  
610 *saevissima*. Pest Manag. Sci. 73(11): 2259-2266. DOI: 10.1002/ps.4603

611

- 612 Beloti VH, Alves GR, Araújo DFD, Picoli MM, Moral RDA, Demétrio CGB, Yamamoto PT  
613 (2015) Lethal and sublethal effects of insecticides used on citrus, on the ectoparasitoid  
614 *Tamarixia radiata*. Plos One 10(7):e0132128. DOI: 10.1371/journal.pone.0132128  
615
- 616 Biondi A, Desneux N, Sicaro G, Zappalà L (2012) Using organic-certified rather than  
617 synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: selectivity and side effects  
618 of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. Chemosphere 87(7):803–812.  
619 DOI:10.1016/j.chemosphere.2011.12.082  
620
- 621 Carvalho GA, Grützmacher AD, Passos LC, Oliveira RL (2019) Physiological and ecological  
622 selectivity of pesticides for natural enemies of insects. In: Souza B, Vázquez L, Marucci R  
623 (Eds.). Natural enemies of insect pests in Neotropical agroecosystems. Springer, 2019. p.469–  
624 478. DOI: 10.1007/978-3-030-24733-1\_37  
625
- 626 Casida JE, Durkin KA (2013) Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and  
627 secondary effects. Annu Rev Entomol. 58:99-117 DOI:10.1146/annurev-ento-120811-153645  
628
- 629 Castilhos RV, Grützmacher AD, Krüger LR, Siqueira PRB, Moraes IL (2019) Persistence of  
630 insecticides used in peach orchards to larvae and adults of the predator *Chrysoperla externa*  
631 (Neuroptera: Chrysopidae). Arq. Inst. Biol. 83:1-8. DOI:10.1590/1808-1657000312018  
632
- 633 Castro AA, Legaspi JC, Tavares WDS, Meagher Junior RL, Miller N, Kanga L, Haseeb M,  
634 Serrão JE, Wilcken CF, Zanuncio JC (2018) Lethal and behavioral effects of synthetic and  
635 organic insecticides on *Spodoptera exigua* and its predator *Podisus maculiventris*. Plos One  
636 13(11):e0206789. DOI:10.1371/journal.pone.0206789  
637
- 638 De Armas FS, Grützmacher AD, Nava DE, Pasini RA, Rakes M, Pazini JB (2020) Non-target  
639 toxicity of nine agrochemicals toward larvae and adults of two generalist predators active in  
640 peach orchards. Ecotoxicology 29:327–339. DOI: 10.1007/s10646-020-02177-5  
641
- 642 Desneux N, Decourtye A, Delpuech JM (2007) Sublethal effects of pesticides on beneficial  
643 arthropods. Annu. Rev. Entomol. 52(1):81-106. DOI:10.1146/annurev.ento.52.110405.  
644 091440  
645

- 646 Fernandes FL, Bacci L, Fernandes MS (2010) Impact and selectivity of insecticides to  
647 predators and parasitoids. *EntomoBrasilis* 3(1):1-10. DOI:10.12741/ebrasilis.v3i1.52  
648
- 649 Fernandes ME, Alves FM, Pereira RC, Aquino LA, Fernandes FL, Zanuncio JC (2016) Lethal  
650 and sublethal effects of seven insecticides on three beneficial insects in laboratory assays and  
651 field trials. *Chemosphere* 156:45-55. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2016.04.115  
652
- 653 Garzón A, Medina P, Amor F, Vinuela E, Budia F (2015) Toxicity and sublethal effects of six  
654 insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea*  
655 (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae).  
656 *Chemosphere* 132:87-93. DOI:10.1016/j.chemosphere.2015.03.016  
657
- 658 Hassan SA (1994) Activities of the IOBC/WPRS working group pesticides and beneficial  
659 organisms. *IOBC/WPRS Bull* 17:1–5.  
660
- 661 Hassan SA, Abdelgader HA (2001) Sequential testing program to assess the effects of  
662 pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). *IOBC/WPRS*  
663 *Bull* 24:71–81  
664
- 665 IRAC, Insecticide Resistance Action Committee (2021). The Irac classification: an  
666 interactive mode of action (MoA) tool. Disponível em: [http://www.irac-online.org/modes-](http://www.irac-online.org/modes-of-action/)  
667 [of-action/](http://www.irac-online.org/modes-of-action/). Acessado: 10 fev 2021  
668
- 669 Itoiz ES, Fantke P, Juraske R, Kounina A, Vallejo AA (2012) Deposition and residues of  
670 azoxystrobin and imidacloprid on greenhouse lettuce with implications for human  
671 consumption. *Chemosphere* 89(9):1034-1041. DOI:10.1016/j.chemosphere.2012.05.066  
672
- 673 Jacobsen RE, Fantke P, Trapp S (2015) Analysing half-lives for pesticide dissipation in  
674 plants. *SAR QSAR Environ Res.* 26(4): 325-342. DOI: 10.1080/1062936X.2015.1034772.  
675
- 676 Jamil RZR, Vandervoort C, Wise JC (2019). Residual toxicity of insecticides to *Neoseiulus*  
677 *fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in apples. *J. Econ. Entomol.* 112(5): 2262-2267. DOI:  
678 10.1093/jee/toz131  
679

- 680 Jansen JP (2010) Beneficial arthropods and pesticides: building selectivity list for IPM. IOBC  
681 WPRS Bull. 55: 23–47.  
682
- 683 Kogan M (1998) Integrated Pest Management: Historical perspective and contemporary  
684 developments. Annu. Rev. Entomol. 43:2043-2070. DOI:10.1146/annurev.ento.43.1.243  
685
- 686 Machado AV, Potin DM, Torres JB, Torres CSS (2019) Selective insecticides secure natural  
687 enemies action in cotton pest management. Ecotoxicol Environ Safety 184:109669.DOI:  
688 10.1016/j.ecoenv.2019.109669  
689
- 690 MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2021) Sistema de Agrotóxicos  
691 Fitossanitários <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/ principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.  
692 Acessado: 07 jan 2021  
693
- 694 Leivas G, Schiavon AV, Marques LOD, Hellwig CG, Alquino EL, Silva GF, Martins CR  
695 (2020) Caracterização fitotécnica dos sistemas de produção de pêssegos na Região de Pelotas-  
696 RS. Braz. J. of Develop. 6(5):32594-32618. DOI:10.34117/bjdv6n5-633  
697
- 698 Luna RF, Bestete LR, Torres JB, Silva-Torres CSA (2018) Predation and behavioral changes  
699 in the neotropical lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) exposed  
700 to lambda-cyhalothrin. Ecotoxicology 27(6):689-702. DOI:10.1007/s10646-018-1949-x  
701
- 702 Mansoor MM, Afzal M, Raza ABM, Akram Z, Waqar A, Afzal MBS (2015) Post-exposure  
703 temperature influence on the toxicity of conventional and new chemistry insecticides to green  
704 lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Saudi J. Biol. Sci.  
705 22(3):317-321. DOI:10.1016/j.sjbs.2014.10.008  
706
- 707 Melo GWB, Zalamena J, Brunetto G, Ceretta CA (2016) Calagem, adubação e contaminação  
708 em solos cultivados com videiras. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2016. 138p.  
709 (Documentos, 100).  
710
- 711 Monteiro LB, Witt LG, Guiloski IC, Santos RSS, Assis HCS (2020) Evaluation of resistance  
712 management for the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) to insecticides in Brazilian  
713 apple orchards. J. Econ. Entomol. 113(3):1411-1418. DOI: 10.1093/jee/toaa023

714

715 Morales SI, Martínez AM, Figueroa JI, Campos-García J, Gómez-Tagle A, Lobit P, Smaghe  
716 G, Pineda S (2019). Foliar persistence and residual activity of four insecticides of different  
717 mode of action on the predator *Engytatus varians* (Hemiptera:  
718 Miridae). Chemosphere 235:76-83. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2019.06.163

719

720 Nauen R, Stumpf N, Elbert A, Zebitz CPW, Kraus W (2001) Acaricide toxicity and resistance  
721 in larvae of different strains of *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari:  
722 Tetranychidae). Pest Manag. Sci. 57:253-261. DOI: 10.1002/ps.280

723

724 Ono ÉK, Zanardi OZ, Santos KFA, Yamamoto PT (2017) Susceptibility of *Ceraeochrysa*  
725 *cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. Chemosphere 168:49-57.  
726 DOI:10.1016/j.chemosphere.2016.10.061

727

728 Parra JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para  
729 produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi RA (Eds.). *Trichogramma* e o controle  
730 biológico aplicado. FEALQ, Piracicaba, pp121-150

731

732 Pasini RA, Rakes M, Castilhos RV, De Armas FS, Pazini, JB, Zantedeschi R, Grützmacher  
733 AD (2020) Residual action of five insecticides on larvae and adults of the Neotropical  
734 predators *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Eriopis connexa* (Coleoptera:  
735 Coccinellidae). Ecotoxicology, 30(1): 44-56. DOI:10.1007/s10646-020-02314-0

736

737 Pereira RR, Picanço MC, Santana Junior PA, Moreira SS, Guedes RN, Corrêa AS (2014)  
738 Insecticide toxicity and walking response of three pirate bug predators of the tomato leaf  
739 miner *Tuta absoluta*. Agric. For. Entomol. 16(3):293-301. DOI: 10.1111/afe.12059

740

741 Pérez-Aguilar DA, Soares MA, Passos LC, Martínez AM, Pineda S, Carvalho GA (2018)  
742 Lethal and sublethal effects of insecticides on *Engytatus varians* (Heteroptera: Miridae), a  
743 predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Ecotoxicology 27:719–728.  
744 DOI:10.1007/s10646-018-1954-0

745

746 Püntener W (1981) Manual for field trials in plant protection. Basle:Ciba-Geigy, Suíça

747

- 748 Quesada CR, Sadof CS (2020) Residual toxicity of insecticides to *Chrysoperla rufilabris* and  
749 *Rhyzobius lophanthae* predators as biocontrol agents of pine needle scale. *Crop Prot.*  
750 130:105044. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.105044  
751
- 752 R Development Core Team. R (2021) - A language and environment for statistical computing.  
753 Versão 4.0.0. 2021. Disponível em: <<http://r-project.org>>. Acesso em: 10 fev. 2021.  
754
- 755 Rameshgar F, Khajehali J, Nauen R, Dermauw W, Van LT (2019) Characterization of  
756 abamectin resistance in Iranian populations of European red mite, *Panonychus ulmi* Koch  
757 (Acari: Tetranychidae). *Crop Prot.* 125:104903. DOI: 10.1016/j.cropro.2019.104903  
758
- 759 Rimoldi F, Schneider MI, Ronco A (2008) Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs  
760 (Neuroptera: Chrysopidae) to conventional and biorational insecticides. *Environ. Entomol.*  
761 37(5):1252–1257. DOI: 10.1603/0046-225x(2008)37[1252:soceen]2.0.co;2  
762
- 763 Rortais AS, Arnold GR, Halm MP, Touffet-Briens F (2005) Modes of honeybees exposure to  
764 systemic insecticides: estimated amounts of contaminated pollen and nectar consumed by  
765 different categories of bees. *Apidologie* 36(1):71–83. DOI: 10.1051/apido:2004071  
766
- 767 Roubos CR, Rodriguez-Saona C, Holdcraft R, Mason KS, Isaacs R (2014) Relative toxicity  
768 and residual activity of insecticides used in blueberry pest management: Mortality of natural  
769 enemies. *J. Econ. Entomol.* 107(1):277-285. DOI:10.1603/ec13191  
770
- 771 Rugno GR, Zanardi OZ, Yamamoto PT (2015) Are the pupae and eggs of the lacewing  
772 *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) tolerant to insecticides? *J. Econ. Entomol.*  
773 108:2630–263. DOI: 10.1093/jee/tov263  
774
- 775 Santos AC, Bueno AF, Bueno RCOF (2006) Seletividade de defensivos agrícolas aos  
776 inimigos naturais. In: Pinto AS, Nava DE, Rossi MM, Malerbo-Souza DT (Eds.). *Controle*  
777 *biológico de pragas na prática*. Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227.  
778
- 779 Santos-Junior VC, Martínez LC, Plata-Rueda A, Bozdoğan H, Zanuncio JC, Serrão JE (2019)  
780 Exposure to spinosad induces histopathological and cytotoxic effects on the salivary complex

- 781 of the non-target predator *Podisus nigrispinus*. Chemosphere 225:688-695. DOI:10.1016/j.  
782 chemosphere.2019.03.105  
783
- 784 Sato ME, Silva MZ, Raga A, Cangani KG, Veronez B, Nicastro RL (2011) Spiromesifen  
785 toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus*  
786 *californicus*. Phytoparasitica 39(5):437–445. DOI: 10.1007/s12600-011-0189-x  
787
- 788 Schmuck R, Candolfi MP, Kleiner R, Mead-Briggs M, Moll M, Kemmeter F, Jans D,  
789 Waltersdorfer A, Wilhelmy HA (2000) Laboratory test system for assessing effects of plant  
790 protection products on the plant dwelling insect *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera:  
791 Coccinellidae). In: Candolfi MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA,  
792 Heimbach U, Mead-Briggs MA, Reber B, Schmuck R, Vogt H (Eds.). Guidelines to evaluate  
793 side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/ WPRS, Reinheim,  
794 pp45-56  
795
- 796 Shan YX, Zhu Y, Li JJ, Wang NM, Yu QT, Xue CB (2020) Acute lethal and sublethal effects  
797 of four insecticides on the lacewing (*Chrysoperla sinica* Tjeder). Chemosphere 250:126321.  
798 DOI:10.1016/j.chemosphere.2020.126321  
799
- 800 Silva BKDA, Godoy MSD, Lima AGD, Oliveira AKSD, Pastori PL (2017) Toxicity of  
801 insecticides used in muskmelon on first-instar larvae of *Chrysoperla genanigra* Freitas  
802 (Neuroptera: Chrysopidae). Revista Caatinga 30(3):662-669. DOI:10.1590/1983-  
803 21252017v30n314rc  
804
- 805 Soares ADFT, Carvalho GA (2018) Physiological selectivity of insecticides to eggs and  
806 larvae of predator *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Coffee Science  
807 13(3):292–303. DOI:10.25186/cs.v13i3.1441  
808
- 809 Sparks TC, Nauen R (2015) IRAC: mode of action classification and insecticide resistance  
810 management. Pestic Biochem Phys. 121:122-128. DOI:10.1016/j.pestbp.2014.11.014  
811
- 812 Sterk G, Hassan SA, Baillod M, Bakker F, Bigler F, Blümel S, Bogenschutz H, Boller E,  
813 Bromand B, Brun J, Calis JNM, Coremans-Pelseneer J, Duso C, Garrido A, Grove A,  
814 Heimbach U, Hokkanen H, Jacas J, Lewis G, Moreth L, Polgar L, Roversti L, Samsøe-

- 815 Peterson L, Sauphanor B, Schaub L, Stäubli A, Tuset JJ, Vainio A, Veire MV, Viggiani G,  
816 Viñuela E, Vogt H (1999). Results of the seventh joint pesticide testing programme carried  
817 out by the IOBC/WPRS-working group 'Pesticides and beneficial Organisms'. *BioControl*  
818 44(1):99-117. DOI:10.1023/A:1009959009802  
819
- 820 Stupp P, Machota Junior R, Cardoso TDN, Padilha AC, Hoffer A, Bernardi D, Botton M  
821 (2021) Mass trapping is a viable alternative to insecticides for management of *Anastrepha*  
822 *fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in apple orchards in Brazil. *Crop Prot.* 139:105391. DOI:  
823 10.1016/j.cropro.2020.105391  
824
- 825 Suárez-López YA, Hatem AE, Aldebis HK, Vargas-Osuna E (2020) Lethal and sublethal  
826 effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera:  
827 Chrysopidae). *Crop Prot.* 134:105217. DOI:10.1016/j.cropro.2020.105217  
828
- 829 Symondson WOC, Sunderland KD, Greenstone MH (2002) Can generalist predators be  
830 effective biocontrol agents?. *Annu. Rev. Entomol.* 47:561–94  
831 <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145240>  
832
- 833 Ternes P, Candolfi MP, Ufer A, Vogt H (2001) Influence of leaf substrates on the toxicity of  
834 selected plant protection products to *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) and  
835 *Aphidius rhopalosiphii* DeStefani Perez (Hymenoptera: Aphidiidae). *IOBC/WPRS Bull* 24:7–  
836 15  
837
- 838 Vanaclocha P, Jones MM, Tansey JA, Monzó C, Chen X, Stansly PA (2019) Residual  
839 toxicity of insecticides used against the Asian citrus psyllid and resistance management  
840 strategies with thiamethoxam and abamectin. *J. Pest Sci.* 92(2): 871-883.  
841 DOI:10.1007/s10340-018-1058-x  
842
- 843 Vogt H, Bigler F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A, Ufer A,  
844 Viñuela E, Wladburger M, Waltersdorfer A (2000) Laboratory method to test effects of plant  
845 protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: Candolfi  
846 MP, Blumel S, Forster R, Bakker FM, Grimm C, Hassan SA, Heimbach U, Mead-Briggs MA,  
847 Reber B, Schmuck R, Vogt H (Eds) Guidelines to evaluate side-effects of plant protection  
848 products to non-target arthropods. IOBC/WPRS, Reinheim, p. 27–44



849

850 Vogt H, Degrande P, Just J, Klepka S, Kuhner C, Nickless A, Ufer A, Waldburger M,  
851 Waltersdorfer A, Bigler F (1998) Side-effects of pesticides on larvae of *Chrysoperla carnea*  
852 (Neuroptera, Chrysopidae): actual state of the laboratory method. In: Haskell, P.T.; Mcewen,  
853 P. (Eds.). *Ecotoxicology*. Boston: Springer, 1998. p.123-136.

854

855 Zhang J, Tang R, Fang H, Liu X, Michaud JP, Zhou Z, Zhang Z, Li Z (2021) Laboratory and  
856 field studies supporting augmentation biological control of oriental fruit moth, *Grapholita*  
857 *molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), using *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera:  
858 Trichogrammatidae), *Pest Manag. Sci.* DOI: 10.1002/ps.6311

859

860 Zotti MJ, Grutzmacher AD, Lopes IH, Smagghe G (2013) Comparative effects of insecticides  
861 with different mechanisms of action on *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae):  
862 Lethal, sublethal and dose–response effects. *Insect Sci.* 20(6):743-752. DOI:10.1111/1744-  
863 7917.12008

**Tabela 1.** Inseticidas utilizados nos bioensaios de avaliação da atividade nociva e classificação de seletividade, conforme as normas da IOBC para *Chrysoperla externa*.

Ingrediente ativo	Nome técnico	<sup>1</sup> Grupo químico	Fabricante	<sup>1</sup> Sítio de ação primário	<sup>2</sup> D.C.=	<sup>3</sup> C
acetamiprido + etofenproxi	Eleitto	Neonicotinoide (4A) + Éter difênílico (3A)	Iharabras S.A.	Moduladores competitivos de receptores nicotínicos da acetilcolina + Moduladores de canais de sódio	70	167 +300
espinetoram	Delegate	Espinosinas (5)	Corteva Agriscience	Moduladores alostéricos de receptores nicotínicos da acetilcolina	30	250
indoxacarbe	Avatar	Oxadiazina (22A)	FMC Química do Brasil Ltda	Bloqueadores de canais de sódio dependentes da voltagem	75	150
metoxifenoazida	Intrepid 240 SC	Diacilhidrazina (18)	Corteva Agriscience	Agonistas de receptores de ecdisteroides	80	240

<sup>1</sup> Segundo o IRAC (2021);

<sup>2</sup>D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

<sup>3</sup> C= Concentração de ingrediente ativo por produto (g.kg ou g.L).

**Tabela 2.** Número de larvas mortas ( $\pm$ EP), classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas a *Chrysoperla externa*.

Tratamento	<sup>1</sup> D.C.	Dias após a aplicação										Persistência	
		3		10		17		24		31		Dias	<sup>4</sup> C
		<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C		
testemunha	---	0,00 $\pm$ 0,00 c		0,00 $\pm$ 0,00 c	--	0,25 $\pm$ 0,22 c	--	0,00 $\pm$ 0,00 a	--	0,50 $\pm$ 0,25 <sup>ns</sup>	--	--	--
acetamiprido + etofenproxi	70	4,00 $\pm$ 0,61 ab	4	1,50 $\pm$ 0,75 bc	1	1,00 $\pm$ 0,35 abc	1	0,75 $\pm$ 0,22 a	1	0,75 $\pm$ 0,41	1	>5	1
espinetoram	30	4,50 $\pm$ 0,43 a	4	4,50 $\pm$ 0,43 a	4	2,00 $\pm$ 0,35 ab	2	1,50 $\pm$ 0,26 a	1	1,00 $\pm$ 0,35	1	16-30	3
indoxacarbe	75	4,50 $\pm$ 0,25 a	4	3,50 $\pm$ 0,43 ab	4	2,25 $\pm$ 0,41 a	2	1,50 $\pm$ 0,56 a	1	0,00 $\pm$ 0,00	1	16-30	3
metoxifenozida	80	2,25 $\pm$ 0,24 b	3	0,50 $\pm$ 0,25 c	1	0,50 $\pm$ 0,25 bc	1	0,00 $\pm$ 0,00 a	1	0,00 $\pm$ 0,00	1	>5	1

<sup>1</sup>D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

<sup>2</sup>nº = Numero de insetos mortos. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ); ns= não significativo.

<sup>3</sup>C= Classes de toxicidade inicial da IOBC: 1 = inócuo (<30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4 = nocivo (>99%);

<sup>4</sup>C= Classes de persistência da IOBC: 1 = vida curta (<5 dias); 2 = levemente persistente (5-15 dias); 3 = moderadamente persistente (16-30 dias); 4 = persistente (>30 dias).

**Tabela 3.** Duração em dias ( $\pm$ EP) do período de desenvolvimento de larva a adulto, quando larvas de *Chrysoperla externa* foram expostas aos resíduos de inseticidas.

Tratamento	<sup>1</sup> D.C.	Dias após a aplicação				
		3	10	17	24	31
testemunha	---	18,50 $\pm$ 0,20 b	20,85 $\pm$ 0,11 b	17,21 $\pm$ 0,09 b	20,35 $\pm$ 0,20 <sup>ns</sup>	21,16 $\pm$ 0,11 <sup>ns</sup>
acetamiprido + etofenproxi	70	-----	21,14 $\pm$ 0,17 ab	18,75 $\pm$ 0,29 a	19,82 $\pm$ 0,49	21,23 $\pm$ 0,10
espinetoram	30	-----	-----	18,67 $\pm$ 0,41 a	20,07 $\pm$ 0,29	21,13 $\pm$ 0,16
indoxacarbe	75	-----	-----	18,45 $\pm$ 0,49 ab	20,07 $\pm$ 0,21	21,10 $\pm$ 0,14
metoxifenoziata	80	19,27 $\pm$ 0,29 a	21,21 $\pm$ 0,16 a	18,05 $\pm$ 0,30 ab	20,05 $\pm$ 0,23	20,95 $\pm$ 0,15

<sup>1</sup>D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ ); ns= não significativo.

**Tabela 4.** Número de adultos mortos ( $\pm$ EP), classificação de seletividade e persistência (duração da atividade nociva) de inseticidas a *Chrysoperla externa*.

Tratamento	<sup>1</sup> D.C.	Dias após a aplicação										Persistência	
		3		10		17		24		31		Dias	<sup>4</sup> C
		<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C	<sup>2</sup> Nº	<sup>3</sup> C		
testemunha	---	1,25 $\pm$ 0,22 b	--	0,50 $\pm$ 0,13 b	--	0,50 $\pm$ 0,13 ab	--	0,00 $\pm$ 0,00 a	--	1,00 $\pm$ 0,18 <sup>ns</sup>	--	--	--
acetamiprido + etofenproxi	70	0,75 $\pm$ 0,41 b	1	0,00 $\pm$ 0,00 b	1	0,25 $\pm$ 0,11 b	1	0,75 $\pm$ 0,11 a	1	1,00 $\pm$ 0,18	1	>5	1
espinetoram	30	8,00 $\pm$ 0,00 a	4	5,00 $\pm$ 0,43 a	4	3,00 $\pm$ 0,56 a	1	1,25 $\pm$ 0,27 a	1	2,50 $\pm$ 0,80	1	5-15	2
Indoxacarbe	75	4,00 $\pm$ 0,61 ab	4	1,00 $\pm$ 0,18 b	1	2,50 $\pm$ 0,13 ab	1	0,00 $\pm$ 0,00 a	1	1,00 $\pm$ 0,43	1	>5	1
metoxifenoziada	80	4,00 $\pm$ 0,61 ab	4	1,00 $\pm$ 0,18 b	1	1,25 $\pm$ 0,11 ab	1	0,00 $\pm$ 0,00 a	1	2,00 $\pm$ 0,18	1	>5	1

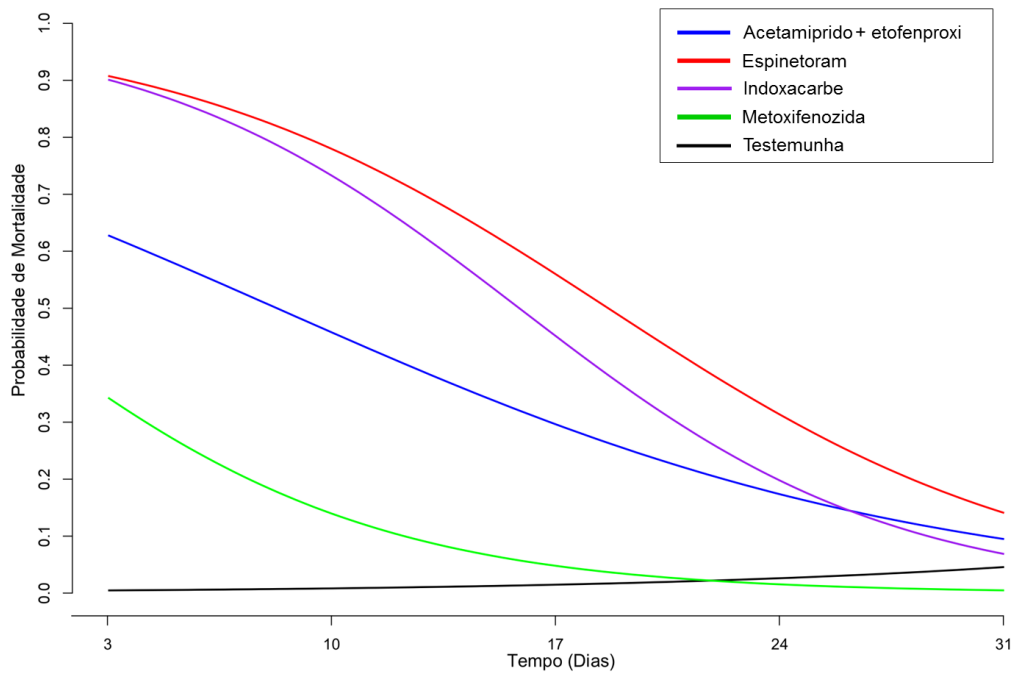
<sup>1</sup>D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

<sup>2</sup>Nº = Numero de insetos mortos. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni ( $p \leq 0,05$ );

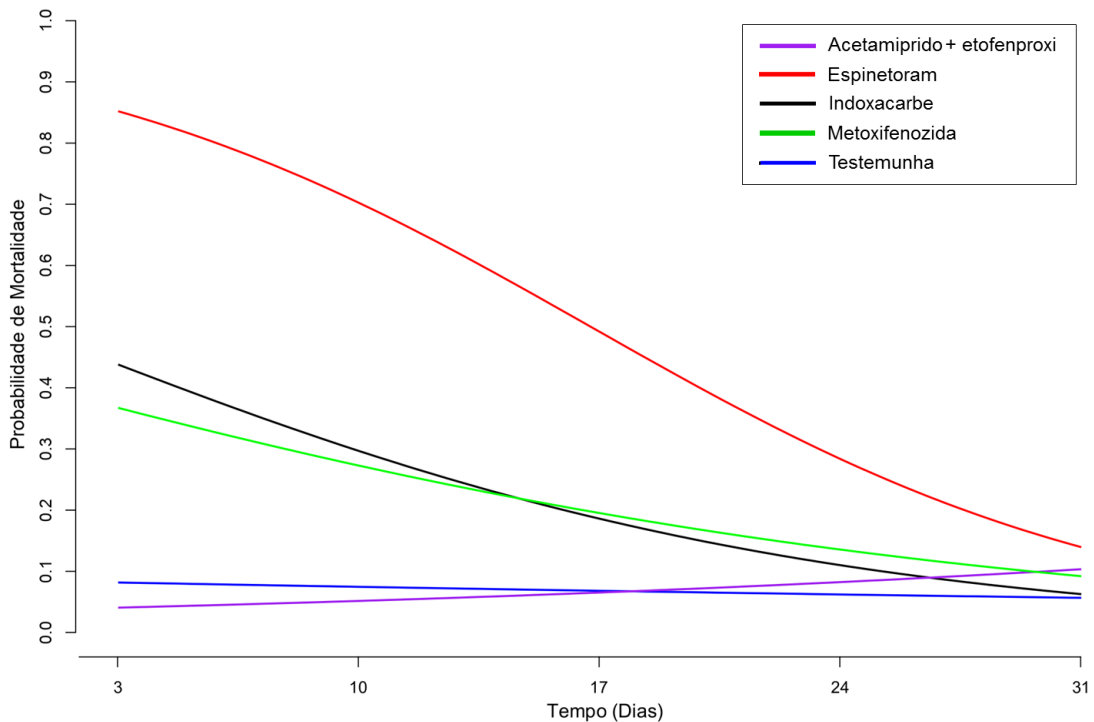
ns= não significativo;

<sup>3</sup>C= Classes de toxicidade inicial da IOBC: 1 = inócuo (<30%), 2 = levemente nocivo (30-79%), 3 = moderadamente nocivo (80-99%), 4 = nocivo (>99%);

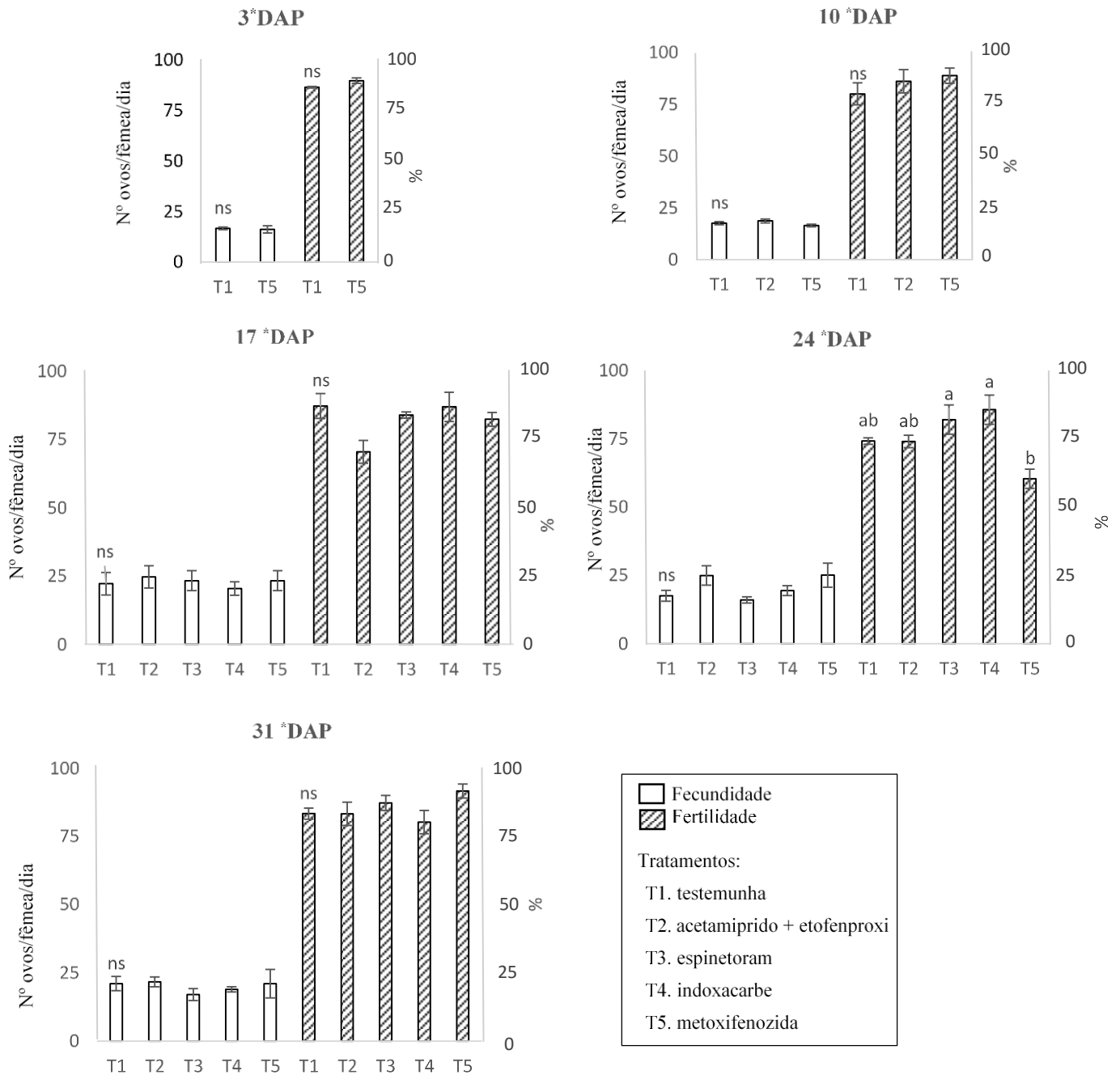
<sup>4</sup>C= Classes de persistência da IOBC: 1 = vida curta (<5 dias); 2 = levemente persistente (5-15 dias); 3 = moderadamente persistente (16-30 dias); 4 = persistente (>30 dias).



**Figura 1.** Probabilidade de mortalidade quando a fase de imatura de *Chrysoperla externa* foi exposta aos inseticidas em diferentes períodos de tempo (3, 10, 17, 24 31) (modelo logístico misto com interceptação aleatória).

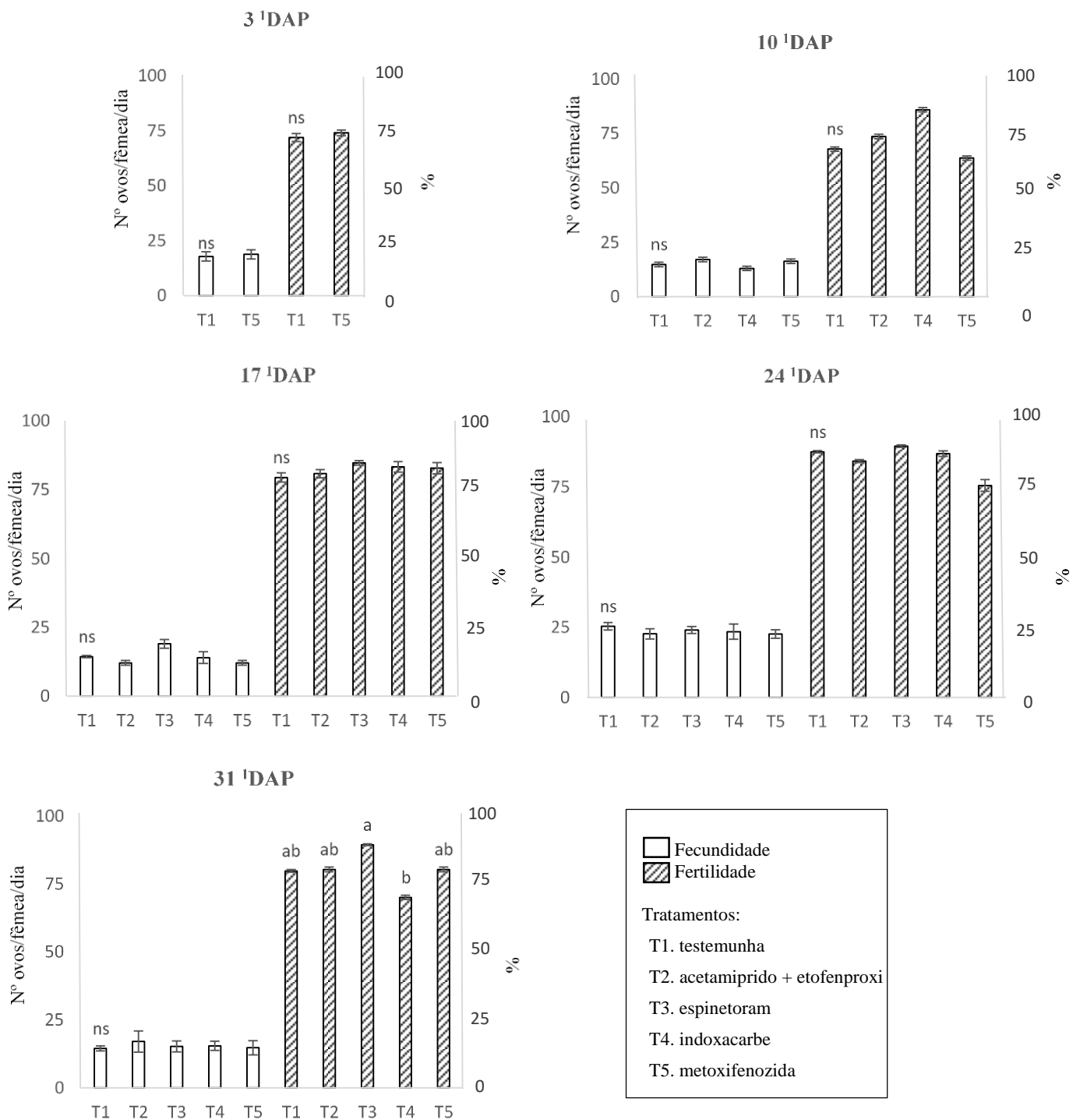


**Figura 2.** Probabilidade de mortalidade quando a fase adulta de *Chrysoperla externa* foi exposta aos inseticidas em diferentes períodos de tempo (3, 10, 17, 24 31) (modelo logístico misto com interceptação aleatória).



**Figura 3.** Efeitos subletais na fecundidade e fertilidade de fêmeas de *Chrysoperla externa* sobreviventes exposição na fase larval de inseticidas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); ns= Não significativo.

\*DAP= Dias após a aplicação.



**Figura 4.** Fecundidade das fêmeas e fertilidade dos ovos de *Chrysoperla externa* sobreviventes a exposição na fase adulta aos residual de inseticidas. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de (ANOVA) Tukey ( $p \leq 0,05$ ); ns= Não significativo.

<sup>o</sup>DAP= Dias após a aplicação.



## Material Suplementar

**Tabela S1.** Mortalidade acumulada de larvas (%), razão da fecundidade das fêmeas e fertilidade dos ovos e efeito total dos inseticidas aplicados sobre a fase de larva de *Chrysoperla externa*.

Tratamentos	<sup>1</sup> D.C.	3 Dias após a aplicação			
		<sup>2</sup> M	<sup>3</sup> R1	<sup>4</sup> R2	<sup>5</sup> E.T.
acetamiprido + etofenproxi	70	80	--	--	100
espinetoram	30	90	--	--	100
indoxacarbe	75	90	--	--	44
metoxifenoziada	80	45	0,97	1,05	100
<b>10 Dias após a aplicação</b>					
acetamiprido + etofenproxi	70	30	1,06	1,08	20,05
espinetoram	30	90	--	--	100
indoxacarbe	75	70	--	--	100
metoxifenoziada	80	10	0,94	1,11	6,77
<b>17 Dias após a aplicação</b>					
acetamiprido + etofenproxi	70	15	1,11	0,81	23,48
espinetoram	30	35	1,05	0,96	34,34
indoxacarbe	75	40,20	0,92	1,00	45,26
metoxifenoziada	80	5	1,05	0,94	5,80
<b>24 Dias após a aplicação</b>					
acetamiprido + etofenproxi	70	15	1,42	1,00	0,00
espinetoram	30	30	0,91	1,11	0,00
indoxacarbe	75	30	1,11	1,16	10,36
metoxifenoziada	80	0	1,43	0,81	0,00
<b>31 Dias após a aplicação</b>					
acetamiprido + etofenproxi	70	5	1,03	1,00	2,17
espinetoram	30	10	0,81	1,05	23,81
indoxacarbe	75	0	0,90	0,96	13,45
metoxifenoziada	80	0	1,00	1,10	0,00

D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

<sup>2</sup>M= Mortalidade do tratamento corrigida em função da testemunha pela formula de Schneider-Orelli (Püntener 1981) (%);

<sup>3</sup>R1= Razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada;

<sup>4</sup>R2= Razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada;

<sup>5</sup>E.T.= Efeito total estimado proposto por Vogt et al. (1998). E.T.=100-(100%-M) x R1 x R2.

**Tabela S2.** Mortalidade acumulada de adultos (%), razão da fecundidade das fêmeas e fertilidade dos ovos e efeito total dos inseticidas aplicados sobre a fase de adulta de *Chrysoperla externa*.

Tratamentos	<sup>1</sup> D.C.	3 Dias após a aplicação			
		<sup>2</sup> M	<sup>3</sup> R1	<sup>4</sup> R2	<sup>5</sup> E.T.
acetamiprido + etofenproxi	70	0,00	1,05	1,03	0,00
espinetoram	30	40,75	--	--	100
indoxacarbe	75	40,75	--	--	100
metoxifenoziada	80	100	--	--	100
10 Dias após a aplicação					
acetamiprido + etofenproxi	70	0	1,16	1,08	0,00
espinetoram	30	60	--	--	100
indoxacarbe	75	6,67	0,88	1,27	0,00
metoxifenoziada	80	6,67	1,10	0,94	3,47
17 Dias após a aplicação					
acetamiprido + etofenproxi	70	0	0,97	1,02	1,29
espinetoram	30	33,33	1,32	1,07	5,73
indoxacarbe	75	26,67	0,98	1,05	24,97
metoxifenoziada	80	10,01	0,84	1,04	21,03
24 Dias após a aplicação					
acetamiprido + etofenproxi	70	9,38	0,89	0,96	21,86
espinetoram	30	15,63	0,95	1,02	18,05
indoxacarbe	75	0,00	0,93	0,99	7,95
metoxifenoziada	80	0,00	0,89	0,86	22,91
31 Dias após a aplicação					
acetamiprido + etofenproxi	70	0,00	1,17	1,01	0,00
espinetoram	30	21,43	1,05	1,12	7,72
indoxacarbe	75	0,00	1,06	0,88	6,65
metoxifenoziada	80	14,29	1,05	1,12	7,72

<sup>1</sup>D.C. = Dosagem do produto comercial (g ou mL.100 L<sup>-1</sup>);

<sup>2</sup>M= Mortalidade do tratamento corrigida em função da testemunha pela formula de Schneider-Orelli (Püntener 1981) (%);

<sup>3</sup>R1= Razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada;

<sup>4</sup>R2= Razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada;

<sup>5</sup>E.T.= Efeito total estimado proposto por Vogt et al. (1998). E.T.=100-(100%-M) x R1 x R2.

## Conclusões

Todos os inseticidas avaliados, acetamiprido + etofenproxi, espinetoram, indoxacarbe e metoxifenoazida são inócuos (classe 1) a fase de ovo de *C. externa*. Apenas o inseticida acetamiprido + etofenproxi é levemente nocivo (classe 2) a fase de pupa do crisopídeo, os demais produtos são inócuos (classe 1). Os inseticidas acetamiprido + etofenproxi, espinetoram e indoxacarbe são nocivos (classe 4) a larvas e adultos do predador, devendo ser evitados quando ocorrer presença do crisopídeo.

Os inseticidas espinetoram e indoxacarbe são moderadamente persistente (classe 3) á fase larval de *C. externa*, já os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e metofezonida são classificados como inseticidas de vida curta (classe 1) quando expostos as larvas do crisopídeo. Apenas o inseticida espinetoram é considerado como levemente persistente (classe 2) á adultos de *C. externa*, e os demais inseticidas são classificados como inseticidas de vida curta (classe 1).

Portanto, conforme a avaliação dos bioensaios de toxicidade dos inseticidas em laboratório, de forma geral, nota-se que larvas e adultos são mais sensíveis que ovos e pupas de *C. externa*. De acordo com os resultados obtidos nos bioensaios de persistência biológica, a fase larval é mais suscetível que a fase adulta de *C. externa*.

Neste contexto, os inseticidas acetamiprido + etofenproxi e metoxifenoazida por serem classificados como inseticidas de vida curta (classe 1) são preferíveis para o uso no controle de artrópodes ocorrentes em pomares. Porém, visto a importância dos inseticidas espinetoram e indoxacarbe para o controle destas pragas, em especial para *G. molesta*, estes inseticidas devem seguir para novos estudos que contemplem a etapa de campo, dado a importância da rotação de inseticidas, que abrangem diversos grupos químicos a fim de maximizar o Manejo

Integrado de Pragas em pomares de fruticultura de clima temperado, como pessegueiro, ameixeira e macieira.

## Referências

ABDEL-HAMID, Hassan Fouad Mohammed; EL-SAYED Mohammad Soliman; HANAN Osman. Field efficiency of certain neonicotinoids alone and their mixtures with chlorpyrifos against, *Aphis gossypii*, *Bemisia tabaci* and their predators *Coccinella septempunctata* and *Chrysoperla carnea*. **Egyptian Academic Journal of Biological Sciences**, v.8, n.2, p.135-144, 2016.

AFZA, Rahat; RIAZ, Muhammad Asam; AFZAL, Muhammad. Sublethal effect of six insecticides on predatory activity and survival of *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) following contact with contaminated prey and residues. **Gesunde Pflanzen**, v.72, n.1, p.77-86, 2020.

ALMEIDA, Luciano Martins *et al.* Diversity of fruit flies (Diptera: Tephritoidea) and their host plants in a conservation unit from midwestern Brazil. **Florida Entomologist**, v.102, n.3, p.562-570, 2019.

ANDRIGUETO, José Rozalvo; KOSOSKI, Adilson Reinaldo. Desenvolvimento e conquistas da Produção Integrada de Frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 7., Fortaleza, 2005. **Programas e Resumos**. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2005. p.28-36.

ANZANELLO, Rafael; FURLAN, Ivone Deconto; FOGAÇA, Cláudia Martellet. Ambiente protegido com tela sombrite como alternativa para controle de mosca-das-frutas em ameixeiras da cultivar Fortune. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.27, n.1, p.14-25, 2021.

ARIOLI, Cristiano João *et al.* Novas ferramentas para monitoramento e controle massal de mosca-das-frutas. **Synergismus Scientifica UTFPR**, v.13, n.1, p.15-20, 2018.

ASADI, Mohammad *et al.* Lethal and sublethal effects of five insecticides on the demography of a parasitoid wasp. **International Journal of Pest Management**, v.65, n.4, p.301-312, 2019.

BELOTI, Victor Hugo *et al.* Lethal and sublethal effects of insecticides used on citrus, on the ectoparasitoid *Tamarixia radiata*. **Plos One**, v.10, n.7, p.e0132128, 2015.

CARVALHO, Geraldo Andrade *et al.* Physiological and ecological selectivity of pesticides for natural enemies of insects. In: SOUZA, Brígida; VÁZQUEZ, Luis L.; MARUCCI, Rosangela C. (Eds.). **Natural enemies of insect pests in Neotropical agroecosystems**. Springer, 2019. p.469–478.

CARVALHO, Geraldo de Andrade. Seletividade de produtos fitossanitários a parasitóides e predadores. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 4., Bento Gonçalves, 2002. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. p. 49-51.

CASTILHOS, Rodolfo Vargas *et al.* Selectivity of pesticides used in peach orchards on the larval stage of the predator *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Semina: Ciências Agrárias**, v.1, n.34, p.3585-3596, 2013.

CASTILHOS, Rodolfo Vargas *et al.* Seletividade de agrotóxicos utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.1921-1928, 2014.

CASTILHOS, Rodolfo Vargas; GRUTZMACHER, Anderson Dionei; COATS, Joel Roberts. Acute toxicity and sublethal effects of terpenoids and essential oils on the predator *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, v.47, n.2, p.311–317, 2017.

CASTILHOS, Rodolfo Vargas *et al.* Persistence of insecticides used in peach orchards to larvae and adults of the predator *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.86, n.1, p.1-8, 2019.

CHAVES, Cindy Corrêa *et al.* Efeito de inseticidas em diferentes fases de desenvolvimento de *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) e estruturas vegetais da macieira e do pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.4, p.842-852, 2014.

DE ARMAS, Franciele Silva *et al.* Selectivity of pesticides used in peach orchards to eggs and pupae of the predators *Chrysoperla externa* and *Coleomegilla quadrifasciata*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.4, p.1427-1440, 2019.

DE ARMAS, Franciele Silva *et al.* Non-target toxicity of nine agrochemicals toward larvae and adults of two generalist predators active in peach orchards. **Ecotoxicology**, v.29, n.3, p.327-339, 2020.

DESNEUX, Nicolas; DECOURTYE, Axel; DELPUECH, Jean-Marie. The sub-lethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.52, p.81-106. 2007.

EBEID, Amany Ramadan *et al.* Toxicity of some insecticides on the hymenopteran parasitoid, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **European Journal of Sustainable Development**, v.6, n.4, p.72-80, 2017.

FREITAS, Sergio. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, Jose Roberto Postali *et al.* (Ed.) **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.13, p.209-219.

GARZÓN, Agustín. *et al.* Toxicity and sublethal effects of six insecticides to last instar larvae and adults of the biocontrol agents *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) and *Adalia bipunctata* (L.)(Coleoptera: Coccinellidae). **Chemosphere**, v.132, n.2, p.87-93, 2015.

GIOLO, Fabrizio P. *et al.* Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. **BioControl**, v.54, n.5, p.625-635, 2009.

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

HASSAN, Sherif A. The effects of pesticides on beneficial organisms: activities of the IOBC International Working Group. In: 4 SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, Gramado, 1994. **Anais**. Pelotas: EMBRAPA, CPACT, 1994. p.114-118.

HASSAN, Sherif A.; ABDELGADER, Hayder. Sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, v.24, n.4, p.71-81, 2001.

KOGAN, Marcos. Integrated pest management: Historical perspective and contemporary developments. **Annual Reviews of Entomology**, v.43, p.2043-2070, 1998.

LEIVAS, Gabrielle *et al.* Caracterização fitotécnica dos sistemas de produção de pêssegos na Região de Pelotas-RS. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p.32594-32618, 2020.

MANSOOR, Muhammad Mudassir *et al.* Post-exposure temperature influence on the toxicity of conventional and new chemistry insecticides to green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.22, n.3, p.317-321, 2015.

MORALES, Sinue I. *et al.* Foliar persistence and residual activity of four insecticides of different mode of action on the predator *Engytatus varians* (Hemiptera: Miridae). **Chemosphere**, v.235, p.76-83, 2019.



PÉREZ-AGUILAR, Daniel Alberto *et al.* Lethal and sublethal effects of insecticides on *Engytatus varians* (Heteroptera: Miridae), a predator of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Ecotoxicology**, v.27, n.6, p.719-728, 2018.

PIO, Rafael *et al.* Advances in the production of temperate fruits in the tropics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.41, p.e39549, 2019.

QUESADA, Carlos Roberto; SADOFF, Clifford S. Residual toxicity of insecticides to *Chrysoperla rufilabris* and *Rhyzobius lophanthae* predators as biocontrol agents of pine needle scale. **Crop Protection**, v.130, p.105044, 2020.

SATO, Mario E. *et al.* Spiromesifen toxicity to the spider mite *Tetranychus urticae* and selectivity to the predator *Neoseiulus californicus*. **Phytoparasitica**, v.39, n.5, p.437- 445, 2011.

STUPP, Paloma *et al.* Mass trapping is a viable alternative to insecticides for management of *Anastrepha fraterculus* (Diptera: Tephritidae) in apple orchards in Brazil. **Crop Protection**, v.139, p.105391, 2021.

SUÁREZ-LÓPEZ, Yurany Andrea *et al.* Lethal and sublethal effects of lufenuron on the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Crop Protection**, v.135, p.105217, 2020.

SYMONDSON, Willian O. C.; SUNDERLAND, Keith D.; GREENSTONE, Michael H. Can generalist predators be effective biocontrol agents?. **Annual Review of Entomology**, v.47, n.1, p.561-594, 2002.

ZACHARIAS, Aline Oliveira; FALEIRO, Fábio Gelape; ALMEIDA, Gabriella Queiroz. Producers profile and the adoption of technologies in passion fruit cultivation in the Triângulo Mineiro region. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.42, n.5, p.1-12, 2020.