

**Exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de  
crescimento.**

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

DÉBORA CRISTINA AGNES

**EXPOSIÇÃO DO PREDADOR *CHRYSOPERLA EXTERNA* (HAGEN, 1861)  
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) A INSETICIDAS REGULADORES DE  
CRESCIMENTO.**

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2015

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

DÉBORA CRISTINA AGNES

**EXPOSIÇÃO DO PREDADOR *CHRYSOPERLA EXTERNA* (HAGEN, 1861)  
(NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) A INSETICIDAS REGULADORES DE  
CRESCIMENTO.**

Orientador: Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa

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

CHAPADÃO DO SUL – MS  
2015



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



### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**DISCENTE: Débora Cristina Agnes**

**ORIENTADOR (A): Prof. (a) Dr. (a) Luis Gustavo Amorim Pessoa**

**Exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera:  
Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento**

Prof.(a) Dr.(a) Presidente Luis Gustavo Amorim Pessoa

Prof.(a) Dr.(a) Elisângela de Souza Loureiro

Prof.(a) Dr.(a) Luciana Claudia Toscano Maruyama

Chapadão do Sul, 25 de Setembro de 2015.

## DEDICATÓRIA

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, por todo amor e por me erguer quando mais precisei.

Aos meus pais Tarcísio e Laurentina pelo exemplo, incentivo, força, confiança, amor, pela oportunidade de realizar meus estudos, pela dedicação nas coletas e no laboratório.

Aos meus irmãos Daniela e João Paulo por acreditarem em mim e pelo apoio na manutenção das criações de insetos.

Ao meu namorado Nivaldo, por estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida e em cada etapa do mestrado, pelas noites estudando comigo, coletas, pelo auxílio diário no laboratório, pela amizade, paciência, amor e compreensão nessa fase, sempre incentivando e ajudando a prosperar.

“Algumas vezes nossa luz se apaga, mas é soprada em chamas por outro ser humano. Cada um de nós deve o mais profundo agradecimento aos que reavivaram esta luz.”

*Albert Schweitzer*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Prof. Dr. Luis Gustavo Amorim Pessoa, pela disponibilidade, atenção dispensada, dedicação, profissionalismo e paciência. Por ser um excelente professor, sempre me auxiliando na realização desse trabalho.

A todos os Docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e aos que mais contribuíram com minha formação Luis Gustavo, Elisângela, Charline, Fábio, Vespasiano, Ana Carina, Matildes e Marivaine, não apenas pelo conhecimento adquirido, mas também pela manifestação de caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por terem se dedicado a mim, e mais do que ensinado, me fizeram aprender.

Ao Coordenador Cassiano Garcia Roque que foi a primeira pessoa que entrei em contato, pelo incentivo a ingressar no mestrado.

A Banca Examinadora, pelas observações e contribuições dadas ao trabalho.

A CAPES e a FUNDECT pelo apoio financeiro.

Aos funcionários do Campus pelo auxílio em especial secretários Vilson e Sinomar, aos guardas Claimer, Diogo, Rafael, Paulo, Telma e Euripedes.

Aos meus colegas do curso de Pós-graduação que estiveram diariamente ultrapassando barreiras, obrigada pelo apoio e incentivo constante.

A toda equipe do Laboratório de Entomologia Vanessa Alpe, Frederico, Guilherme, Lindemberg, Savio, Karoline, Antônio e Franciele por todo trabalho desenvolvido, pela manutenção das criações e pelo conhecimento compartilhado.

Aos amigos que fizeram parte desses momentos sempre me ajudando e incentivando, que souberam entender minha ausência nesse período. Em especial a Poliana Fucilini minha melhor amiga e acredito a que mais sofreu com essa ausência, pela amizade, paciência e por sempre estar ao meu lado. A Bruna Rafaela da Silva, pela ajuda em alguns trabalhos acadêmicos, as minhas amigas Ana Paula Klaizer, Cecy Mota, Isabela Blecha e Patricia Melo, pelo incentivo e amizade, mesmo à distância.

Ao meu futuro sogro e minha futura sogra, Nivaldo e Luzia, pela amizade, carinho, paciência e pelo incentivo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## EPÍGRAFE

“Quando o homem aprender a respeitar até o menor ser da criação, seja animal ou vegetal, ninguém precisará ensiná-lo a amar seus semelhantes. ”

**Albert Schweitzer**

“Não são as espécies mais fortes que sobrevivem, nem as mais inteligentes, e sim as mais suscetíveis a mudanças. ”

**Charles Darwin**

## RESUMO

AGNES, Débora Cristina. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Efeitos de diferentes tipos de exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento.

Professor Orientador: Luis Gustavo Amorim Pessoa.

A soja, considerada “commodity” mundial, é a cultura mais importante no Brasil, e atacada por diversas pragas, entre elas *Chrysodeixis includens*, a qual se tornou praga relevante para essa cultura. Para seu controle, a principal prática usada pelos sojicultores é a aplicação de produtos químicos, que nem sempre são efetivos, levando, conseqüentemente, ao aumento nas doses dos produtos. Nos sistemas agrícolas, predadores e parasitoides regulam a população de insetos pragas e sua presença diminui a necessidade de intervenção do homem frente a outros métodos de controle. O controle biológico pode ser utilizado juntamente com outros métodos em programas de manejo integrado de pragas (MIP), como o químico, desde que os produtos fitossanitários sintéticos apresentem seletividade aos inimigos naturais. Essa associação possibilita, por exemplo, a manutenção de organismos benéficos, contribuindo para redução de tratamentos fitossanitários no campo. Para determinar a seletividade dos inseticidas sintéticos, testes de seletividade são de suma importância e contribuem para auxiliar na escolha do produto fitossanitário mais adequado. Um grupo de inseticidas que se destaca são os inseticidas reguladores de crescimento, os quais atuam em processos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento dos artrópodes. A espécie predadora *Chrysoperla externa* tem demonstrando potencial para controle biológico, podendo reduzir, desta forma, o uso indiscriminado de inseticidas no controle de pragas, visto que esta espécie é encontrada frequentemente em várias culturas, como a soja. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes formas de exposição (filme seco, aplicação direta e alimento contaminado) dos inseticidas reguladores de crescimento lufenurom, metoxifenoze e piriproxifem sobre larvas de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> instares de *C. externa*. No 1<sup>o</sup> instar, os tratamentos e a testemunha (composta de água destilada) foram pulverizados via torre de Potter em placas de vidro, constituindo as unidades experimentais. Cilindros de PVC com 10 cm de altura foram coladas nas placas e a extremidade superior foi fechada com tecido ‘voil’. Larvas com até 24h de idade provenientes de criação em laboratório foram individualizadas em cada unidade experimental. A exposição aos inseticidas em larvas que atingiram o 2<sup>o</sup> instar foi realizado diretamente e as larvas que chegaram ao 3<sup>o</sup> instar receberam alimento contaminado com os mesmos. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento, cada uma composta por cinco larvas sendo avaliada a duração, a mortalidade total e a mortalidade corrigida dos instares e da fase larval. Não houve efeito da exposição das larvas de 1<sup>o</sup> instar ao resíduo dos tratamentos utilizados sobre a duração desse estágio. Diferenças significativas foram verificadas apenas para as durações do 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> instares e para a fase larval quando receberam aplicação direta e quando foram alimentadas com lagartas expostas aos tratamentos, respectivamente. No segundo instar, para larvas que receberam aplicação direta, os tratamentos piriproxifem e metoxifenoze proporcionaram duração significativamente menor em relação aos demais tratamentos. No terceiro instar e na fase larval metoxifenoze proporcionou aumento significativo nos valores

deste parâmetro. Verificou-se elevada taxa de mortalidade total em todos os tratamentos, sendo observada apenas diferença significativa no 2º instar para metoxifenoze, o qual proporcionou menor taxa de mortalidade em relação aos inseticidas testados. Ao avaliar a mortalidade corrigida, observa-se que houve efeito dos inseticidas apenas sobre larvas de 1º instar (28,54 % para lufenuron e metoxifenoze e 71,41% para piriproxim) e de 3º instar e na fase larval (100% para lufenuron e piriproxim). Apesar dos resultados de toxicidade verificados estes podem ter sido potencializados devido ao alimento fornecido. Isso ficou evidente quando se compara os resultados dessa pesquisa com a literatura, para o piriproxim. A nutrição larval também pode ter interferido na sobrevivência das larvas de 2º instar (para todos os tratamentos) e no tratamento testemunha, visto que 96,67% das larvas não completaram o desenvolvimento. Desta forma, os resultados apresentados nesta pesquisa indicam a possibilidade de efeito aditivo entre os diferentes tipos de exposição e da alimentação fornecida nos parâmetros biológicos avaliados (duração e viabilidade), sugerindo a impossibilidade do uso de *C. externa* associada aos IRC's no manejo da lagarta falsa medeira, que geraria prejuízos ao predador, principalmente na ausência de outro tipo de alimento e refúgio a esses insetos.

**PALAVRAS-CHAVE:** crisopídeos. controle biológico. seletividade.

## ABSTRACT

AGNES, Débora Cristina. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Effects of different types of predator *Chrysoperla externa* display (Hagen , 1861) ( Neuroptera : Chrysopidae ) the growth regulators insecticides.

Author: Débora Cristina Agnes

Adviser: Luis Gustavo Amorim Pessoa.

### Abstract

Soybean, considered world commodity, is the most important culture in Brazil, and for many times attacked by pests, among them *Crysoideixis Includens*, which has become relevant for this culture. For its control, the main soybean producers' usage is the application of chemical products, that not always are effective, leading, consequently, to the growth of these products proportion. In agricultural systems, predators and parasitoids regulate the population of insect pests and their presence reduces the need for human intervention ahead to other control methods. The biological control can be used with other methods in integrated pest management program (IPM). But it is only possible if synthetic pesticides present selectivity to natural enemies. This association enables the maintenance of beneficial organisms, contributes to the reduction of pesticide treatments in the field, ensures greater economy of farmers, better products and lower environmental impacts. To determine the selectivity of synthetic insecticides, studies with selectivity tests are of paramount importance and contribute to assist in choosing the most suitable plant protection product. A group of insecticides that stands out are the growth regulators insecticides, which have a different mode of action of conventional insecticides, acting in physiological processes related to the development of arthropods. *Chrysoperla externa*, a predator species, has demonstrated potential for biological control, it can reduce thus the indiscriminate use of insecticides in pests control, since this species is often found in various cultures, such as soybean. Faced with this, the objective was to evaluate the effects of different forms of exposure (dry film, direct application and contaminated food) regulators insecticide lufenuron growth, methoxyfenozide and pyriproxyfen on larvae of the 1st, 2nd and 3rd instar of *C. externa*. In the first instar, treatments and the control (composed of distilled water) were sprayed via Potter tower glass plates constituting the experimental units, PVC cylinder 10 cm in height were bonded in the plates and the upper end closed with tissue 'voile'. Larvae up to 24-hour-old from laboratory colony were individualized in each experimental unit. Exposure to insecticides in larvae that reached the second instar was carried out directly and larvae that reached the third instar received contaminated food with them. It used a completely randomized design with six replicates per treatment, each composed of five larvae being evaluated mortality and duration of instars and larval stage. There was no effect over 1st instar larvae exposure to treatment residues used in the duration of this stage. Significant differences were verified only in the duration of 2nd and 3rd instars and in the larvae stage when they received direct application and when fed with worms exposed to such treatments, respectively. In second instar, to larvae that received direct application, pyriproxyfen and methoxyfenozide treatment has provided significant shorter duration compared to the other treatments. In 3rd instar and in larvae stage methoxyfenozide provided

significant growth in this pattern values. High mortality degree was verified in all treatments, just a significant difference was detected in the 2nd instar for methoxyfenozide, which has provided less mortality degree compared to tested insecticides. Evaluating a corrected mortality, it is noticed that there has been insecticides effect only over 1st instar larvae (28,54% to lufenuron, and methoxyfenozide and 71,41% to pyriproxyfen). Although verified, toxicity results could have been potencialized due to provided nutriment. It became evident when this research results wer compared to pyriproxyfen literature.larval nutrition may also have affected the 2nd instar larvae surviving (to all treatments) and in the evidence treatment, since 96,67 of the larvae has not completed development. This way, the results presented in this research indicate the possibility of an addictive effect among different types of exposure and feeding provided in the biological patterns evaluated (duration and viability), inferring an impossibility of *C. externa* usage associated to the IRC's in the caterpillar 'falsa-medideira' management, that would generate loss to the predator, especially in lack of other kind of food or shelter to these insects.

**KEY-WORDS:** chrysopids. biological control. selectivity.

## LISTA DE TABELAS

TABELA		PÁGINA
1	Nome comercial, ingrediente ativo, grupo químico, concentração ingrediente ativo na formulação e dosagem utilizadas para tratamento das larvas de <i>C. externa</i> .	49
2	Duração (dias $\pm$ EP) de larvas de <i>C. externa</i> , em função do tratamento e das formas de exposição: 1o Instar (Filme seco), 2o Instar (Aplicação direta), 3o Instar (Alimento pulverizado) e fase larval.	51
3	Mortalidade total (% $\pm$ EP) e corrigida de larvas de <i>C. externa</i> , em função do tratamento e das formas de exposição: 1o Instar (Filme seco), 2o Instar (Aplicação direta), 3o Instar (Alimento pulverizado) e fase larval.	53

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. <i>Chrysodeixis includens</i> NA CULTURA DA SOJA	11
2.2. IMPORTANCIA DE <i>Chrysoperla externa</i> COMO AGENTE DE CONTROLE DE PRAGAS	12
2.3. SELETIVIDADE DE INSETICIDAS REGULADORES DE CRESCIMENTO A <i>Chrysoperla externa</i>	15
2.4. INSETICIDAS REGULADORES DE CRESCIMENTO DE INSETOS NO MANEJO DE PRAGAS	19
2.5 O PAPEL DA SELETIVIDADE MAXIMIZANDO O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
<b>Capítulo 1</b> – Máxima exposição do predador <i>Chrysoperla externa</i> (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento	42
Resumo	43
Abstract	44
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	47
Obtenção dos insetos	47
Criação de <i>Chrysoperla externa</i>	47
<i>Chrysodeixis includens</i>	48
Aplicação dos tratamentos	48
Exposição das larvas de <i>Chrysoperla externa</i> aos tratamentos	50
Delineamento Experimental	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

## 1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por produtos alimentícios, a partir da Segunda Guerra Mundial, novas áreas de cultivo foram implantadas e exploradas para a produção agrícola e, com a descoberta dos inseticidas sintéticos, o controle de pragas a partir de então vem sendo à base desses produtos. Esse fato, aliado à baixa tecnologia de algumas regiões, levou a um aumento abusivo do uso de produtos fitossanitários (CARMO et al., 2010; CRUZ, 2002; GALLO et al., 2002).

O controle de pragas agrícolas vem sendo realizado quase que exclusivamente com a aplicação de inseticidas sintéticos de largo espectro de ação, especialmente devido a sua eficiência e facilidade de uso (BOTTON et al., 2011).

Uma ferramenta importante e alternativa para a sustentabilidade da agricultura é o uso do manejo integrado de pragas (MIP). Sua base se respalda no uso de métodos de controle que se complementem e não afete a viabilidade um do outro, como a associação do controle biológico com o químico, possibilitando a manutenção de organismos benéficos, como os inimigos naturais, em agroecossistemas (POLANCZYK et al., 2010).

O controle biológico é realizado, em muitos sistemas agrícolas, de forma natural por insetos entomófagos, predadores e parasitoides, constituindo os principais grupos de inimigos naturais, os quais atuam na regulação populacional dos insetos-pragas, diminuem a ressurgência de pragas, os danos econômicos causados por pragas secundárias e, ainda, reduzem as chances de evolução de resistência das populações de pragas aos inseticidas utilizados (DEGRANDE, 2003; FONSECA et al., 2008).

Insetos predadores do gênero *Chrysoperla* (Steinmann, 1964) são encontrados em vários agroecossistemas, se alimentando de pragas agrícolas, contribuindo com os programas de manejo, por apresentarem alto potencial de controle natural, da facilidade de criação em laboratório, que pode facilitar programas de liberação, além de sua tolerância a alguns inseticidas sintéticos (MAIA et al., 2004; SOARES; MACEDO, 2000). Uma das primeiras referências sobre o uso de crisopídeos como agentes de controle de pragas foi feita por RIDGWAY e JONES (1968, 1969) e RIDGWAY (1969) na cultura do algodão, que reportaram a utilização de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae), no Texas, visando ao controle de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850)

(Lepidoptera: Noctuidae). De acordo com esses autores, utilizando a tática do controle biológico aplicado, duas liberações do predador, totalizando 726.464 larvas por hectare, reduziram as populações dessas pragas em até 96%.

Dentre as espécies de crisopídeos que se destacam no controle de pragas, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) é uma das mais estudadas por apresentar grande voracidade de suas larvas, elevada capacidade de busca e reprodução, além de tolerância a alguns inseticidas. Além disso pode se alimentar de vários artrópodes-praga tais como pulgões, cochonilhas, mosca branca, cigarrinhas, tripes, ovos e pequenas lagartas de lepidópteros, ácaros, psilídeos e psocópteros (CARVALHO; SOUZA, 2009; GONÇALVES-GERVSAIO e SANTA-CECILIA, 2001; PRINCIPI; CARNARD, 1984). *C. externa* é encontrada em vários agroecossistemas, como o da soja, podendo se alimentar de artrópodes-pragas que atacam essa cultura, como lagartas de *Chrysodeixis includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) (CARNEIRO et al., 2010). Essa espécie de praga tornou-se importante em cultivos de soja nas últimas safras devido a mudança no manejo fitossanitário dessa cultura e pelo seu hábito, permanecendo preferencialmente nos terços médio e inferior da planta (MASSAROLI, 2013; MOSCARDI et al., 2012).

*C. includens* conhecida como lagarta falsa-medideira possui distribuição restrita ao Hemisfério Ocidental, e apesar de ser um inseto polífago com grande número de hospedeiros, apresenta preferência e adaptação a cultura da soja. Essa praga se prolifera de forma rápida, cada fêmea ovíparos em média 700 ovos durante sua vida, podendo produzir até quatro gerações numa época da cultura (MOSCARDI et al., 2012). Bueno, et al. (2011) observa que um inseto pode consumir de 80 a 180 cm<sup>2</sup> de folhas comprometendo a produtividade da cultura levando a enormes prejuízos ao produtor,

Para controle dessa praga, os sojicultores têm utilizado produtos fitossanitários químicos de forma excessiva e incorreta, sem realização de monitoramentos que considerem os níveis populacionais de pragas, sendo que na maioria das vezes fazem uso de produtos de largo espectro de ação e mistura de produtos, contribuindo cada vez mais com desequilíbrios ecológicos na cultura (SCHLICK-SOUZA, 2013), e consequentemente agravando o uso de produtos fitossanitários químicos.

Nos últimos anos, uma grande preocupação a respeito dos inseticidas sintéticos têm sido seus efeitos adversos sobre a saúde e o meio ambiente,

direcionando as indústrias químicas ao desenvolvimento de moléculas inseticidas com maior seletividade a organismos não-alvos, como inimigos naturais de pragas, polinizadores, mamíferos, aves e peixes (OMOTO, 2000).

Uma classe de inseticidas que apresentam baixa toxicidade a vertebrados e aos inimigos naturais são os inseticidas reguladores de crescimento (IRC), devido ao seu modo de ação diferente dos demais, atuando em processos fisiológicos na fase jovem de desenvolvimento dos insetos. Tais produtos, vem sendo largamente utilizados na agricultura brasileira nas mais diversas culturas tendo como alvo principal larvas de lepidópteros que atacam as plantas cultivadas (PAPA, 2010).

Estudos envolvendo a seletividade de inseticidas sintéticos contribuem para auxiliar na escolha do produto fitossanitário que impasse menos sobre os inimigos naturais (BATISTA FILHO, et al., 2003). A maioria dos estudos com inseticidas reguladores de crescimento a inimigos naturais, se referem a contaminação dos insetos de forma direta e efeitos residuais causados a esses predadores. Faltam informações, na literatura, relacionados a estudos sobre seletividade quando os inimigos naturais são expostos aos inseticidas de outras formas, que ocorrem em condições de campo.

Devido à importância dos crisopídeos como agentes de controle biológico de pragas agrícolas e o constante uso de inseticidas reguladores de crescimento para manejo de lagartas, como a falsa-medideira, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a máxima exposição de alguns inseticidas reguladores de crescimento a larvas do predador *C. externa*, alimentada com lagartas de *C. includens*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Chrysodeixis includens* NA CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine Max* L.) considerada “commodity” mundial, é a cultura mais importante no Brasil e atualmente cultivada em 16 estados de Norte a Sul do Brasil. Ocupa cerca de 32 milhões de hectares, deixando nesse cenário o Brasil em segundo lugar em produção (96,2 milhões de toneladas), e o maior exportador mundial do grão. A produção de soja no Brasil ultrapassou as 96 mil toneladas na Safra 2014/15, sendo 11,8% maior que a safra passada. A região Centro-Oeste apresenta a maior área plantada com 14.616,1 mil hectares, com aumento de 5,1% sobre a safra anterior, e produção de 43,9 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

Essa cultura é atacada por diversas pragas, entre elas *Chrysodeixis includens*, conhecida como lagarta-falsa-medideira (SOZA-GOMES et al., 2010). Essa praga apresenta preferência e adaptação à cultura da soja, quando comparada a outras 17 espécies estudadas, ainda com capacidade de se desenvolver em 73 plantas hospedeiras do Brasil (BERNANDI, 2012). Causa enormes prejuízos não somente a essa cultura, mas outras de importância econômica, podendo ser encontrada em todo território nacional (MARSARO JUNIOR et al., 2010).

Os danos causados às folhas diminuem a área fotossintética e com isso compromete a produtividade da cultura, podendo consumir de 80 a 180 cm<sup>2</sup> de folhas durante a fase de desenvolvimento (BUENO et al., 2011).

Por se alimentar preferencialmente de folhas do terço inferior das plantas e permanecerem na parte abaxial da folha (OLIVEIRA; FERREIRA; ROMÁN, 2010), nem sempre o controle químico é efetivo, pois essa praga dificilmente é atingida pelos produtos químicos, especialmente quando a cultura estiver fechada (BERNARDI, 2012), levando ao aumento nas doses dos produtos e conseqüentemente causando impactos no agroecossistema, com seleção de populações resistentes, redução de inimigos naturais, além do aumento de contaminações ao meio ambiente e riscos à saúde do homem (MASSAROLI, 2013).

O desequilíbrio biológico nas lavouras de soja ocasionado pelo uso crescente de produtos fitossanitários químicos não seletivos, levou a lagarta-falsa-medideira, a se tornar um grande problema na cultura da soja, deixando de ser considerada uma praga de importância secundária (MOSCARDI et al, 2012). Comparativamente a

praga principal da cultura da soja, *Anticarsia gematallis* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) (Lagarta-da-soja), a lagarta-falsa-medideira apresentou aumento populacional (GUEDES et al., 2012) resultante de práticas agrícolas inadequadas, podendo ocorrer surtos isolados ou associados a lagarta-da-soja (BERNARDI, 2012). Outros fatores que contribuem para ocorrência desses surtos são o cultivo de algodão nas proximidades a cultura da soja ou em sobreposição de culturas (MOSCARDI et al, 2012), as condições ambientais, predominando em regiões quentes do Brasil, sendo favorecida por secas ou estiagens, e a ausência de inimigos naturais (EMBRAPA, 2009; MORAES; LOECK; BELARMINO, 1991).

Todos esses fatores reforçam a importância de buscar métodos alternativos ao controle químico para essa lagarta na cultura da soja, devendo ser considerado o uso de inimigos naturais como componente importante em programas de MIP, assim como uso de produtos fitossanitários químicos mais seletivos, visando reestabelecer o equilíbrio ecológico (CARVALHO et al., 2013).

## **2.2. IMPORTANCIA DE *Chrysoperla externa* COMO AGENTE DE CONTROLE DE PRAGAS.**

A maioria dos insetos pertencentes à ordem Neuroptera é predadora, destacando-se as famílias Chrysopidae e Hemerobiidae como as mais importantes por se alimentarem de diversas pragas agrícolas. Dentre os insetos encontrados nessas duas famílias os crisopídeos são predadores que exercem papel relevante no controle biológico de artrópodes fitófagos, em muitas culturas de interesse econômico associados a artrópodes-praga que apresentam incidência estacional ou não (FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2000; FREITAS, 2001, MACEDO et al., 2003 VELLOSO; RIGITANO; CARVALHO, 1997). São polípagos, apresentam vasta distribuição geográfica, alta capacidade de busca e voracidade além de elevado potencial reprodutivo (MAIA; CARVALHO; SOUZA, 2000).

São predadores que se alimentam de vários artrópodes-praga que apresentam incidência estacional, na sua maioria, tais como pulgões, cochonilhas, mosca branca, cigarrinhas, tripes, ovos e pequenas lagartas de lepidópteros, ácaros, psilídeos e psocópteros (CARVALHO; SOUZA, 2009 GONÇALVES-GERVAIO; SANTA-CECILIA, 2001; PRINCIPI; CARNARD, 1984).

Uma das primeiras referências sobre o uso de crisopídeos como agentes de controle de pragas foi feita por Ridgway e Jones (1968, 1969) e Ridgway (1969) na cultura do algodão, que reportaram a utilização de *C. carnea*, no Texas, visando ao controle de *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) e *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). De acordo com esses autores, utilizando a tática do controle biológico aplicado, duas liberações do predador, totalizando 726.464 larvas por hectare, reduziram as populações dessas pragas em até 96%.

No Brasil, dentro da família Chrysopidae, a espécie *Chrysoperla externa* tem sido a mais estudada por constituir-se em uma das espécies de Chrysopidae de maior ocorrência em várias culturas (SOUZA; CARVALHO et al., 2002).

Os adultos de *C. externa* têm aproximadamente 1,2 a 2 cm de comprimento, apresentam coloração verde, corpo delicado, asas membranosas, antenas longas e se alimentam de néctar. Os ovos têm coloração que varia de verde claro a amarelo esverdeado, tornando-se mais escuro próximo a eclosão. Apresentam formato elipsoidal e são presos pelo pedicelo, espécie de haste na qual o ovo fica suspenso. As larvas são campodeiformes, de coloração acinzentada com manchas escuras, ficando esverdeada no último instar, possuindo pernas bem desenvolvidas. A fase larval compreende três instares e, após entram no estágio de pré-pupa tecem casulo de seda onde passam as fases de pré-pupa e pupa, nesta última fase, passarão por profunda histogênese e organogênese transformando-se em adultos (BASTOS et al., 2007; LIRA; BATISTA, 2006; PESSOA; FREITAS; LOUREIRO, 2009; RIBEIRO et al., 1988).

Apresenta grande voracidade, elevada capacidade de busca e reprodução, além de tolerância a alguns inseticidas. Demonstra potencial tanto no controle biológico natural como em programas de liberações, e para serem empregadas com eficiência no controle de pragas, novas técnicas de liberações estão sendo desenvolvidas (BUENO; FREITAS, 2001; 2004; CARVALHO; CANARD; ALAUZET, 1996; CARVALHO et al., 2002; FERREIRA et al., 2006; FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2000; GODOY et al., 2004; MAIA; CARVALHO; SOUZA, 2000; PALLINI; LEMOS; FERREIRA, 2010; SILVA et al., 2005; SILVA et al., 2006;).

Pessoa et al. (2004), estudando a interação tritrófica entre algodão, o pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877) (Hemiptera: Aphididae) e *C. externa* verificaram que durante a fase larval, essa espécie de predador foi capaz de consumir,

aproximadamente, 520 pulgões. Também avaliando esse tipo de interação Figueira, Lara e Cruz (2002) forneceram pulgões da espécie *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) criado em diferentes genótipos de sorgo e verificaram que, independente do genótipo utilizado o consumo médio de pulgões foi de 245 indivíduos. Maia et al. (2004) ao avaliarem a capacidade predatória dessa mesma espécie alimentada com ninfas de 2º e 3º instar do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), em cinco densidades, observaram o consumo médio variando de 341 a 481,6 pulgões, em função da maior densidade, o consumo foi maior no 3º instar (77%), tendo as densidades afetado a duração do período larval. Além disso, no 1º instar o consumo foi maior após as 24 horas, e inversamente, nos 2º e 3º instares, o consumo foi maior nas primeiras 24 horas

Avaliando o consumo de *C. externa* sobre a cochonilha *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893) (Hemiptera: Pseudococcidae) Gonçalves-Gervásio e Santa-Cecília (2001) observaram que as larvas desse predador podem consumir durante toda a fase larval, em média, 145 indivíduos dessa espécie desde cochonilhas de 1º, 2º, 3º instar e fêmeas adultas.

Figueira, Carvalho e Souza (2002) alimentando larvas de *C. externa* com ovos do curuquerê do algodoeiro *A. argillacea*, constatou o consumo total médio de 350 ovos. Silva, Carvalho e Souza (2002) estudando aspectos biológicos de *C. externa* alimentadas com lagartas de 1º instar dessa mesma espécie, verificaram consumo diário na fase larval total de até 40 lagartas do curuquerê, chegando a consumir mais de 450 lagartas durante toda a fase larval. Também constataram que além da alta capacidade predatória, algumas lagartas predadas não foram consumidas. Isso pode ser considerado uma vantagem no controle biológico de pragas, pois apesar de saciadas, as larvas desse crisopídeo continuam sendo um fator de mortalidade para essa praga, devido ao ferimento causado pelo predador.

Murata et al. (2006) ao avaliar o consumo de *C. externa* alimentadas com ovos da broca da cana-de-açúcar *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae), a traça-dos-cereais *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) e traça-das-farinhas *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) verificaram consumo médio de 567,39, 930,62 e 1.553,09 ovos respectivamente, sendo a maior parte consumidos no 3º instar, demonstrando dessa forma, potencial para serem utilizadas no manejo dessas pragas.

Ao avaliar a capacidade predatória de *C. externa* sobre diferentes presas e o efeito da temperatura em sua biologia, Soares et al. (2003) verificaram aumento na capacidade predatória para insetos mantidos a temperatura de 25°C, enquanto nas de 20°C e 35°C houve diminuição dessa capacidade. Também observaram maior preferência pelo consumo de pulgão *A. gossypii* do que por ovos e larvas de *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae).

Devido à grande capacidade de busca e voracidade das larvas de *C. externa* (atestada em vários trabalhos disponíveis na literatura especializada), do alto potencial reprodutivo, da tolerância a determinados grupos de inseticidas, da facilidade de criação em laboratório e, diante ao atual interesse da sociedade na proteção de plantas cultivadas, motivado pela preservação ambiental pode-se dizer que esse crisopídeo é um forte aliado no controle biológico, podendo reduzir, desta forma, o uso indiscriminado de inseticidas no controle de pragas.

### **2.3. SELETIVIDADE DE INSETICIDAS REGULADORES DE CRESCIMENTO A *Chrysoperla externa*.**

De acordo com Macedo et al. (2010), além do controle biológico aplicado, o natural, com a manutenção dos inimigos naturais nos agroecossistemas, é uma tática a ser utilizada dentro de um programa de MIP. Uma das formas que pode ser utilizada para viabilizar essa manutenção é a utilização de inseticidas seletivos.

Larvas de crisopídeos, desenvolvendo seu comportamento de caça, caminham por superfícies que receberam aplicações de inseticidas, podem ser banhadas por caldas desses produtos durante as aplicações ou podem acumular moléculas, de forma indireta, através da alimentação. Poucos são os estudos sobre quais são os efeitos dessas formas de contaminação sobre *C. externa*. Como sugerido por Evangelista Junior; Silva Torres e Torre (2002), pode haver potencialização dos efeitos tóxicos dos inseticidas em predadores expostos tanto ingerindo presas intoxicadas quanto a via tópica durante a fase jovem e também durante a fase adulta.

A maioria dos trabalhos referentes à seletividade de produtos fitossanitários a crisopídeos utiliza apenas a metodologia estabelecida pela IOBC com resultados sobre a ação direta dos inseticidas reguladores de crescimento sobre *C. externa*, ou seja, contato direto do inseticida com o predador ou através do filme seco, não sendo considerada a exposição máxima desse inimigo natural aos diversos inseticidas; em

contrapartida, são escassos trabalhos sobre a ação indireta desses compostos sobre esses inimigos naturais.

Dentre os trabalhos existentes na literatura, Castilhos et al. (2014), utilizando inseticidas referentes ao grupo químico das benzoifenilureias, representados por lufenuron (0,005 c. i. a.), e novaluron (0,002 c. i. a.), não observaram redução significativa (22,26% e 12,5%, respectivamente) sobre a eclosão de ovos tratados de *C. externa*, sendo classificados como inócuos. Castilhos et al. (2014) utilizando os mesmos produtos e concentrações à ovos de *C. externa*, verificaram redução da eclosão das larvas em 15,8% e 5,25%, respectivamente. Esses autores também não verificaram redução significativa na viabilidade de pupas tratadas e na emergência dos adultos, além de ausência de efeito subletal na fecundidade e fertilidade dos adultos, classificando esses inseticidas como inócuos tanto para ovos quanto para pupas de *C. externa*.

Avaliando profenofós/lufenuron (0,13 g i.a.ha<sup>-1</sup>) utilizado na cultura do café sobre pupas e adultos de *C. externa*, Torres, Carvalho e Santa-Cecilia (2013) observaram sobrevivência de 95% das pupas (não apresentando influência negativa nos parâmetros reprodutivos) e 85% dos adultos tratados os quais, apesar da baixa mortalidade, apresentaram efeitos sobre a viabilidade dos ovos afetada, classificando como inócuo as pupas e levemente nocivos para os adultos.

Resultado semelhante foi encontrado por Godoy et al (2004a) avaliando ovos, e Godoy et al. (2004b) avaliando pupas tratadas com lufenuron (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>), os quais consideraram os valores de mortalidade observados como não significativas (20% para ovos e 0% para pupas), fundamentando a afirmação de que estas fases do inseto não sofrem influência negativa, classificando o inseticida como inócuo.

A baixa toxicidade observada por estes autores pode ser explicada pelo fato da proteção, formada pela barreira física dada pelo córion do ovo ou casulo na fase de pupa, dificultando o contato dos inseticidas sintéticos com o inseto. Entretanto, dependendo da forma de exposição do inseticida, pode ocorrer contaminação do inseto através de aberturas presentes tanto no ovo quanto no casulo.

Godoy et al. (2004a; b) ao avaliar o efeito de lufenuron (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>) e ULHÔA et al. (2002) triflumuron (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>) sobre pupas e adultos de *C externa*, verificaram que apesar de não terem sido deletérios, afetaram a capacidade reprodutiva e viabilidade dos ovos. Assim como verificado por Bueno e Freitas (2001)

que utilizando lufenuron (0,5 a 2g i. a. L<sup>-1</sup>) sobre essa mesma espécie e Ferreira (1991) utilizando flufenoxuron (0,1g i. a. L<sup>-1</sup>) em adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), apresentaram os mesmos parâmetros reduzidos.

Ono (2014) avaliando o efeito de diflubenzuron e lufenuron sobre adultos de *C. cubana*, verificaram redução da fertilidade e fecundidade total indicando efeito esterilizante sobre a espécie. Apesar do mecanismo de ação desse grupo de inseticidas não ser bem conhecido, Godoy et al. (2004b) levantaram a hipótese de atuarem nos processos de oogênese e espermatogênese.

Torres e Carvalho (2009) avaliando a toxicidade profenofós/lufenuron (0,13 g i. a. L<sup>-1</sup>) utilizado na cultura cafeeira sobre *C. externa*, observaram que em larvas de 1º instar tratadas tiveram a sobrevivência afetada com médias 27,5%. As larvas mostraram-se mais tolerantes quando tratadas no 2º e no 3º instares, onde 82,5% sobreviveram em cada estágio. Também não ocorrendo efeito dos produtos sobre o número de ovos colocados por fêmeas oriundas de larvas de 1º, 2º e 3º instares tratadas e no número de ovos viáveis.

Resultados divergentes foram encontrados nas avaliações realizadas Bueno e Freitas (2001) e Godoy et al (2004a) em larvas de 1º instar que receberam aplicações de lufenuron (0,1 g L<sup>-1</sup> e 0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>, respectivamente), verificaram 100% de mortalidade. As larvas não atingiram o 2º instar, morrendo no momento da troca do exoesqueleto, apresentando, na maioria das vezes, parte da exúvia presa pela extremidade abdominal, classificando como altamente tóxico a essa fase do predador

Também Ono (2014) e Carvalho et al. (1994), ao avaliar outra espécie de crisopideo (*C. cubana*) observaram que as benzoilfenilureias causaram mortalidade elevada nas larvas de 1º instar, classificando com altamente nocivos.

Carvalho et al. (2002) observaram que triflumuron (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>) não reduziu a viabilidade das larvas tratadas nas primeiras 6h após o tratamento, mas foi altamente tóxico ao final da fase larval do predador proporcionando 100% de mortalidade.

Carvalho et al. (2003) avaliando o efeito de triflumuron em larvas de 2º instar contaminadas por ingestão e contato e seus efeitos subsequentes, evidenciaram o efeito tóxico após 96h do tratamento; além disso, larvas que se alimentaram com ovos tratados apresentaram mortalidades maiores do que as larvas que entraram em

contato com o produto. No 3º instar não houve efeito do produto, porém na fase de pupa triflumuron afetou drasticamente, não possibilitando a emergência dos adultos.

Moreira (2010) ao expor larvas de 1º instar à cinco IRC do grupo das benzoilfenilureias, na dosagem máxima recomendada para a cultura do milho, verificou 100% de mortalidade, classificando todos como nocivos (Classe 4) a essa fase do predador. Ao utilizar meia dose, os inseticidas com ingrediente ativo triflumuron, diflubenzuron e lufenuron ainda foram classificados como nocivos, porém novaluron e teflubenzuron foram levemente nocivos (Classe 2) e moderadamente nocivos (Classe 3) com mortalidade de 37,5% e 84,38% respectivamente.

Triflumuron também foi classificado como levemente nocivo (Classe 2) por Costa et al. (2003) ao avaliar a ação residual do inseticida sobre larvas de 2º instar, o qual causou mortalidade de *C. externa* acima de 30% após 14 dias da aplicação em folhas de algodão. Velloso et al. (1999) utilizando o juvenoide piroproxifem do grupo químico Éter piridiloxipropílico, observaram que este não impediu a transformação de larvas de 2º para o 3º instar; porém, reduziu a viabilidade do 3º instar. Em três concentrações avaliadas, as larvas não atingiram a fase de pupa, confirmando a ação desse produto como análogo do hormônio juvenil também em larvas de *C. externa*.

Ao avaliar inseticidas utilizados na cafeicultura, resultado divergente foi encontrado por Torres e Carvalho (2009) aplicando piriproxifem sobre larvas (0,15 L P.C.ha<sup>-1</sup>) e Torres, Carvalho e Santa-Cecília. (2013) sobre pupas e adultos (0,33 g i. a. L<sup>-1</sup>), classificaram piriproxifem sendo inócuo. Esses autores também verificaram que esse inseticida não afetou a fase de pupa e o período de pré-oviposição, fecundidade e fertilidade de fêmeas oriundas de dos tratamentos realizados nas diferentes fases do predador.

Em estudo realizado por Tavares (2013) piriproxifem (0,1g i. a. L<sup>-1</sup>) também foi classificado como inócuo quando aplicado sobre ovos e pupas, apesar de ter reduzido a viabilidade de ovos da progênie de fêmeas oriundas de ovos tratados, e conseqüentemente causando uma redução no número de insetos da geração seguinte.

Godoy et al. (2010) utilizando as concentrações mais elevadas recomendadas para a cultura de citros, também classificaram piriproxifem como inócuo a adultos de *C. externa* e *C. cubana*, apresentando alta viabilidade dos ovos tratados (96,08% e 98,17%, respectivamente).

Utilizando tebufenozide (0,12 g i. a. L<sup>-1</sup>), do grupo das diacilhidrazinas, Godoy et al. (2004a) não observaram diferença significativa entre os tratamentos onde os ovos de *C. externa* foram pulverizados e larvas de 3<sup>o</sup> instar entraram em contato via caminamento, sendo classificados como classe 1. Foi observada média de 56,7% na sobrevivência das pupas provenientes de larvas de 2<sup>o</sup> instar as quais entraram em contato com o resíduo do produto, sendo classificado em classe 2.

O mesmo foi constatado por Ferreira et al. (2005), onde ovos de *C. externa* submetidos ao tratamento com metoxifenozide e tebufenozide (0,144 g i. a. L<sup>-1</sup>) não diferiram da testemunha sem tratamento, obtendo o mesmo resultado sobre a viabilidade embrionária. Zotti et al. (2013) e Ono (2014), utilizando os mesmos produtos, observaram que a emergência de adultos dos insetos tratados com tebufenozide não diferiram do controle.

Carvalho et al. (2003) também utilizando tebufenozide observaram seletividade do produto para as larvas de *C. externa* no 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> instares quando aplicados sobre plantas de algodão ou sobre a alimentação, porém, apresentou efeito deletério aos adultos do predador, afetando de forma negativa a produção, viabilidade e fertilidade de ovos quando as larvas foram submetidas por contato com plantas pulverizadas.

Informações referentes a fecundidade e fertilidade dos adultos de *C. externa* que foram expostos em qualquer fase de seu desenvolvimento a produtos químicos são importantes devido ao fato de que populações podem sucumbir não apenas sob efeito da mortalidade, mas efeitos subletais que afetem sua fisiologia ou comportamento do inseto (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH,2007).

#### **2.4. INSETICIDAS REGULADORES DE CRESCIMENTO DE INSETOS NO MANEJO DE PRAGAS.**

Nos sistemas de controle de pragas, são desenvolvidas técnicas de manejo integrado, fundamentadas em medidas que visem manter os níveis populacionais das pragas abaixo do nível de dano econômico, com maximização dos rendimentos culturais (NAKANO; SILVEIRA NETO; ZUCCHI, 1981) e valorização dos fatores ecológicos. O controle de pragas agrícolas é realizado atualmente quase que exclusivamente com a aplicação de agroquímicos de largo espectro de ação, devido principalmente, a sua eficácia e facilidade de uso (BOTTON et al., 2011), porém, a conservação de insetos benéficos deve ser considerada nesse sistema e isso

dependerá da compatibilidade com os outros métodos de controle, especialmente o químico.

A utilização de inseticidas seletivos aos inimigos naturais de pragas, em um sistema de Manejo Integrado de Pragas (MIP), contribui para o maior equilíbrio do agroecossistema. Uma das maneiras de se evitar a ressurgência de pragas é a utilização desses inseticidas. Estes foram definidos como tendo a propriedade de controlar a praga visada, com o menor impacto possível sobre os outros componentes do ecossistema, isto é, o inseticida deve apresentar baixo impacto sobre inimigos naturais, nas mesmas condições em que a praga visada é controlada com sucesso (DEGRANDE et al., 2002).

Os inseticidas reguladores de crescimento são compostos que apresentam um modo de ação diferente dos inseticidas convencionais (Organofosforados, Carbamatos e Piretroides), atuando em processos fisiológicos relacionados ao desenvolvimento dos artrópodes, caracterizando-se por apresentar alta seletividade aos mamíferos, inimigos naturais e baixa contaminação ambiental (PAPA, 2010). Segundo esse autor, de acordo com o seu modo de ação, estes inseticidas são classificados como: Inibidores da Síntese da Quitina, Agonistas do Hormônio Juvenil e Agonistas de Receptores de Ecdisteroides.

O uso significativo dos reguladores de crescimento de insetos na agricultura ocorreu, com a introdução do diflubenzurom, grupo das benzoilfenilureias, que foi o marco da modernização dos grupos químicos com relação ao aspecto toxicológico, utilizado para controle de lepidópteros-pragas no final da década de 1970. A partir de então, vários inseticidas sintéticos foram desenvolvidos a fim de obedecer aos preceitos do MIP. Na década de 1980 surgiu o primeiro agonista do hormônio juvenil, grupo das diacihidrazinas, além de outros produtos, os quais somente começaram a ser comercializados na década de 1990 (ONO, 2014).

Segundo Fernandes, Correia e Bortoli (1992), os inseticidas inibidores da síntese da quitina agem por ingestão, interferindo na deposição de quitina no exoesqueleto das formas jovens dos insetos, como lagartas. Moreira (2010) cita que por não conseguirem secretar a endocutícula, larvas tratadas com esses inseticidas não conseguem libertar-se da exocutícula. No processo de ecdise, o novo exoesqueleto torna-se frágil devido à ausência da quitina levando o inseto a morte. Conseqüentemente, a ação destes reguladores é mais lenta do que a dos inseticidas

convencionais, uma vez que a morte só ocorre durante esse processo. Os principais representantes desse grupo de inseticidas são as benzoilfenilureias, como o lufenurom, atualmente um dos produtos mundialmente mais comercializados (SHEETS, 2012; TOMLIN, 2011), controlando pragas de diversas ordens, apresentando largo espectro de ação, afetando inclusive artrópodes benéficos (CARVALHO et al., 1994; ZOTTI et al., 2013).

De acordo com Gallo et al. (2002), os inseticidas agonistas do hormônio juvenil, como o piriproxifem, simulam o mesmo mecanismo dos hormônios juvenis existentes em insetos em desenvolvimento. Eles atuam a nível celular, podendo ser coenzima das enzimas que controlam o desenvolvimento dos imaturos. Atuando diretamente no núcleo das células epidérmicas, afeta o hormônio que permite a troca do exoesqueleto, o ecdisônio, através dos efeitos sobre alguns genes, impedindo que o inseto realize ecdise e morra prematuramente. Segundo ONO (2014), a seletividade desse ingrediente ativo a artrópodes não alvo varia inter ou intraespecificamente.

A última inovação em termos de inseticidas fisiológicos são os aceleradores de ecdise (SOUZA, 2006) que, segundo Gallo et al. (2002), são conhecidos como agonistas de ecdisteroides, como o teboxifenoazide e o metoxifenoazide, imitando o ecdisônio, que é o hormônio natural responsável pela ecdise. Esse ingrediente ativo liga-se aos receptores de ecdisônio de forma específica, estimulando assim a muda prematura e morte do inseto. Também pode ocasionar esterilização nos adultos. Souza (2006) cita que estes produtos são específicos para lepidópteros, apresentando ação ovicida, interferindo no desenvolvimento de lagartas, sem ação nas pupas, com ação sub letal para adultos. Apresentam rápida ação inicial, com residual prolongado, agindo somente por ingestão, com baixa toxicidade para o homem e o ambiente.

## **2.5. O PAPEL DA SELETIVIDADE MAXIMIZANDO O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS.**

Após a descoberta dos inseticidas sintéticos, a partir da Segunda Guerra Mundial, o controle de pragas foi baseado quase exclusivamente nesses produtos. Durante muitos anos, a aplicação desses produtos na lavoura visava um ou mais insetos, independente de serem ou não pragas, ou de não terem atingido nível de dano econômico; as aplicações começaram a ser feitas com base em calendários (CRUZ, 2002; GALLO et al., 2002).

Devido à crescente demanda por produtos alimentícios, novas áreas de cultivo implantadas e exploradas para a produção agrícola, levando a um aumento abusivo do uso de produtos fitossanitários químicos (CARMO et al., 2010). Uma série de problemas tem se atribuído ao uso desenfreado e irregular desses inseticidas sintéticos, não apenas na agricultura, como também contaminações no ambiente e riscos à saúde do homem. E, segundo Gallo et al. (2002) mesmo quando empregados de modo correto, podem causar diversos problemas como ressurgência e surtos de pragas secundárias, morte de abelhas e outros insetos polinizadores, resistência aos inseticidas utilizados, além de outros fatores.

O controle de pragas agrícolas é realizado, atualmente, quase que exclusivamente com a aplicação de inseticidas sintéticos de largo espectro de ação, devido, principalmente, a sua eficácia e facilidade de uso; porém, deve-se considerar a conservação de insetos benéficos (BOTTON et al., 2011). Em muitos sistemas agrícolas, insetos entomófagos, predadores e parasitoides, constituem os principais grupos de inimigos naturais, que atuam na regulação populacional dos insetos-pragas, diminuem a ressurgência de pragas, os danos econômicos causados por pragas secundárias e, ainda, reduzem as chances de evolução de resistência das populações de pragas aos inseticidas utilizados (DEGRANDE, 2003; FONSECA et al., 2008).

A ação dos inimigos naturais sobre a população de uma espécie-praga chama-se controle biológico (DIAMANTINO, 2014; EVANGELISTA JUNIOR; ZANUNCIO JUNIOR; ZANUNCIO, 2006). Para que haja equilíbrio no agroecossistema, é essencial a presença dos inimigos naturais atuando sobre as populações de pragas. O controle é observado na natureza sendo realizado espontaneamente pelos inimigos naturais, os quais apresentam potencial para manter em níveis razoavelmente baixos as populações de inúmeras pragas. Sua presença minimiza a necessidade de intervenção do homem, mediante outros métodos de controle (DEGRANDE et al., 2002; FONSECA et al., 2008).

O controle biológico é uma ferramenta importante, seja pela manutenção dos inimigos naturais existentes, ou pela criação e liberação em campo (FERNANDES; CORREIA; BORTOLI, 1992), podendo ser utilizado em conjunto com outras medidas de controle. Juntamente com o nível de controle, amostragem e taxonomia, pode ser considerado o alicerce de programas de controle de pragas (DIAMANTINO, 2014; GALLO et al., 2002).

Nos agroecossistemas ocorrem muitos insetos que se tornam pragas de importância econômica que, em condições ambientais favoráveis, ocasionam prejuízos a produção. Uma alternativa para a sustentabilidade do agronegócio é o uso do Manejo Integrado de Pragas (MIP) (CARMO et al., 2010).

Kogan (1998), define o MIP como: “Sistema de decisão para uso de táticas de controle, isoladas ou associadas harmoniosamente, baseando a estratégia de manejo numa análise de custo/benefício considerando os interesse e/ou impacto dos produtos, sociedade e ambiente”. Para que haja plena utilização do MIP, é necessário que se conheça muito bem a cultura visada e as características das pragas visadas, o que exige a integração de diferentes áreas de atuação.

A base do MIP se respalda na associação de métodos de controle que se complementem e não afetem a viabilidade um do outro, de acordo com a compatibilidade entre eles, podendo ser utilizados simultaneamente em programas de manejo integrado de pragas (POLANCZYK et al., 2010). Afim de reduzir o número de aplicações e garantir menores custos de produção e impactos ambientais, a associação dos métodos químico e biológico no controle de pragas é um fator a ser considerado (CARVALHO; SOUZA, 2009; CZEPAK et al., 2005).

Os inimigos naturais minimizam a necessidade da intervenção do homem no controle de pragas. O conhecimento sobre os principais agentes bióticos controladores de pragas evoluiu muito nas últimas duas décadas, possibilitando inclusive a implantação de programas de controle biológico em grandes áreas (MOSCARDI; ALVES, 1998). Entretanto, na agricultura atual, somente em algumas situações o controle biológico natural é eficiente para controlar as pragas sem a complementação de inseticidas (DEGRANDE et al., 2002).

Para o sucesso da produção agrícola, inseticidas, fungicidas e herbicidas representam uma importante ferramenta para o produtor. O MIP com uso de produtos fitossanitários somente é possível se os produtos utilizados são efetivos e apresentem baixa toxicidade, ou seja, controlar as pragas sem afetar a atividade dos inimigos naturais, sendo essa integração de produtos químicos com o controle biológico, na maioria dos casos, crucial para o sucesso da agricultura. A tendência natural do MIP é direcionar o desequilíbrio ecológico entre as pragas e seus inimigos naturais em favor desses últimos (BUENO et al., 2008; CARMO et al., 2010; DEGRANDE et al.,

GODOY et al., 2004; SANTOS; BUENO; BUENO, 2006; YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003).

Com a crescente preocupação com os efeitos prejudiciais dos produtos fitossanitários químicos sobre a saúde e o meio ambiente, nos últimos anos as pesquisas foram direcionadas ao desenvolvimento de moléculas inseticidas com maior seletividade a organismos não-alvos, como inimigos naturais de pragas, polinizadores, mamíferos, aves e peixes (OMOTO, 2000).

O uso de agroquímicos seletivos, por permitir a associação com métodos biológicos possibilita a manutenção de organismos benéficos em agroecossistemas, acarretando na redução de tratamentos fitossanitários no campo, o que garante aos produtores uma maior economia, produtos de melhor qualidade e menor impacto ambiental (GOULART, 2007).

Estudos envolvendo a seletividade de inseticidas sintéticos contribuem para auxiliar na escolha do produto fitossanitário mais adequado aos inimigos naturais (BATISTA FILHO, et al., 2003). Esses estudos minimizam os efeitos indesejáveis decorrentes do uso de pesticidas não apropriados ao controle de pragas, posto que a seletividade tem finalidade de conservação dos agroecossistemas e atua na proteção e incremento de organismos benéficos (DEGRANDE et al., 2002). Também geram informações práticas que são utilizadas na tomada de decisão relacionado ao produto a ser escolhido para controlar determinada praga, considerando questões importantes como efetividade, toxicidade, poder residual, período de carência, método de aplicação, formulação, preço e seletividade (PANIZZI, 1990; SILVA; ALMEIDA, 1998), sendo esta, quando comprovada, uma característica que sempre deve ser considerada na escolha do produto mais adequado (CARMO et al., 2010).

Por fim, a atribuição que o MIP delega aos produtos fitossanitários químicos é manter o nível pragas abaixo dos danos econômicos sem suprimi-las totalmente, uma vez que a população “residual” da praga serve de alimento para preservação dos inimigos naturais. Os produtos fitossanitários químicos, contudo, não podem afetar as populações desses inimigos. O produto fitossanitário ideal, do ponto de vista da produção agrícola e do MIP, seria aquele que apresentasse seletividade total, evitando assim, o desequilíbrio biológico (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003). Infelizmente, em muitos casos é difícil alcançar a seletividade, dadas as

características de toxicidade dos inseticidas, que atuam no mesmo local de ação, tanto dos insetos praga, quanto dos inimigos naturais (GALLO et al., 2002).

Os inseticidas podem apresentar dois tipos de seletividade: a fisiológica e a ecológica. Na fisiológica há o contato do inseticida com o inseto sendo estes produtos mais tóxicos à praga do que aos seus inimigos naturais, em face das variações fisiológicas na sensibilidade destes organismos ao inseticida sintético, envolvendo o movimento do inseticida sobre ou no corpo do inseto e sua interação com o ponto de ação. Na seletividade ecológica utilizam-se técnicas de aplicação que minimizem o contato entre o inseticida e o inimigo natural, sendo classificada com a forma pela qual a exposição diferencial de pragas e inimigos naturais é alcançada: temporal ou espacial (GALLO et al., 2002; PEDIGO, 1989).

Diversos são os trabalhos encontrados na literatura sobre avaliações da seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais das pragas de várias culturas (CASTILHOS et al., 2011, 2014; GODOY et al., 2004a, 2004b; ONO, 2014; SILVA et al., 2005; TORRES, 2013; YAMAMOTO e BASSANEZI, 2003). Para se avaliar o efeito de um produto fitossanitário químico sobre determinada espécie, deve-se realizar testes sobre todas as fases do desenvolvimento (CASTILHOS et al., 2011).

Segundo Degrande et al. (2002), os testes de toxicidade de inseticidas sintéticos para organismos benéficos, também denominados efeito adverso, efeito colateral ou como são mais mencionados na literatura, testes de seletividade, são conduzidos inicialmente em laboratório. Devido ao reconhecimento de que um único teste não fornece informações suficientes para verificar os efeitos prejudiciais sobre os organismos benéficos, deve haver uma sequência particular de testes, que incluam testes de laboratório, semi-campo e campo, sendo os produtos classificados em função do seu efeito.

Os estudos de seletividade devem iniciar em laboratório, pois aqueles produtos que se mostrarem inócuos ao inimigo natural nessa condição (máxima exposição ao produto), provavelmente apresentarão o mesmo comportamento em campo (HASSAN, 1997). Os testes de laboratório são subdivididos de acordo com seus objetivos: experimentos com o estágio de vida mais vulnerável do organismo benéfico, experimentos com os estágios de vida menos vulneráveis dos inimigos naturais e experimentos da avaliação da duração da atividade prejudicial dos inseticidas sintéticos. Os testes de semi-campo são realizados em casa de vegetação com telas

ou gaiolas, apresentando condições semelhantes àsquelas de campo. Os de campo são realizados com organismos benéficos em ocorrência natural ou por meio de liberações de inimigos naturais criados massalmente em laboratórios (DEGRANDE et al.,2002).

Para oferecer informações sobre produtos a serem utilizados em programas de manejo de pragas, diversos países têm tornado obrigatório estudos de teste toxicológicos de produtos agrícolas a organismos benéficos (HASSAN et al. 1994).

A fim de determinar sua seletividade, previamente deve-se conhecer a ação de origem química desses produtos sobre o inimigo natural. Além disso, a classificação quanto à seletividade deve levar em consideração o produto comercial, pois a diferença de formulação de produtos com mesmo ingrediente ativo pode ocasionar impactos distintos sobre o inseto-teste (HASSAN et al., 2000).

Os testes de laboratório mais comuns para avaliar a seletividade de produtos químicos são realizados através de aplicações tópicas, exposições às superfícies tratadas, pulverizações diretas, imersões em caldas tóxicas e testes de alimentação. Esses tratamentos podem expor os estágios mais ou menos vulneráveis dos inimigos naturais em relação à metodologia utilizada (DEGRANDE et al., 2002; HASSAN, 1997). Também são encontrados outros métodos de avaliação de seletividade em campo, com a comparação da fauna de artrópodes antes e após a aplicação dos produtos. Em campo, esses estudos fornecem dados como proporção da fauna amostrada que foi reduzida pela aplicação do pesticida, a magnitude dos efeitos (muitas vezes expressa pela redução percentual da quantidade amostrada), e a duração de tais efeitos (tempo necessário para a recuperação ocorrer) (BROWN, 2004).

Com a quantidade de metodologias disponíveis, muitos dos resultados obtidos pelos diferentes autores não podem ser comparados, podendo ser questionáveis. Pelo uso de diferentes métodos, há resultados distintos, inclusive para a mesma espécie (YAMAMOTO; BASSANEZI, 2003). Com o objetivo de aprimorar os estudos de seletividade por meio da cooperação científica internacional, permitindo o intercâmbio de resultados entre países e economizando recursos utilizados nas repetições de testes, foi criado em 1974 o “Working Group Pesticides and Beneficial Arthropods of The International Organization for Biological Control Of Noxious Animals and Plants (IOBC) (HASSAN et al.,1994).

O grupo de pesquisa da IOBC classificou os pesticidas com base na mortalidade e na redução da capacidade benéfica (oviposição, parasitismo, predação, alterações populacionais), ocorrendo, assim uma classificação dos produtos testados em quatro categorias: 1 = inócuo (mortalidade <30%), 2 = levemente nocivo (30 – 79%), 3 = moderadamente nocivo (80 – 99%), 4 = nocivo (>99%) (DEGRANDE et al., 2002; HASSAN, 1994, 1997).

Não apenas a mortalidade dos inimigos naturais deve ser levada em consideração, pois muitos inseticidas sintéticos classificados como seletivos podem provocar a redução ou até a extinção local de determinado predador pela eliminação de suas presas ou hospedeiros, pois como mencionado anteriormente, a população “residual” da praga serve de alimento para preservação dos inimigos naturais. Além da mortalidade, deve-se avaliar os efeitos subletais entre os indivíduos sobreviventes a ação dos produtos fitossanitários químicos. Nesse sentido, estudos de seletividade devem ser cada vez mais minuciosos, avaliando todos os efeitos colaterais possíveis oferecendo assim, segurança aos resultados obtidos (DEGRANDE et al., 2002).

A padronização de técnicas de seletividade para inimigos naturais ainda é uma necessidade. No Brasil, não existe uma padronização de técnicas experimentais. Muitas metodologias existentes referenciam-se aos testes padronizados pela IOBC, porém, geralmente, muitos dos métodos utilizadas nos trabalhos publicados no país, são oriundos da criatividade e dos critérios individuais dos próprios pesquisadores (DEGRANDE et al., 2002; HASSAN; DEGRANDE, 1996). Segundo Degrande et al. (2002), essa padronização é uma realidade na Europa e vem adquirindo adeptos em diversas partes do mundo, inclusive no Brasil, havendo uma tendência mundial em padronizar essas técnicas ou pelo menos adotar algumas normas-padrão que possibilitem a comparação de resultados.

Mediante o exposto, os testes de seletividade para determinar produtos fitossanitários menos agressivos aos inimigos naturais são de extrema importância para os programas de manejo integrado. Há diversos benefícios ao utilizar produtos seletivos a inimigos naturais como o a diminuição da ressurgência de pragas, a redução da possibilidade de pragas secundárias passarem à condição de pragas principais, minimizar as chances de evolução de populações resistentes aos inseticidas (DEGRANDE, 2003) e, principalmente, um espaçamento maior no intervalo

de aplicações, proporcionando redução no uso desses produtos, amenizando contaminações ambientais e riscos à saúde do homem.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, C. S. B.; DA SILVEIRA, J. D. M.; DA COSTA SANTANA, R. M.; SOARES, J. J. **Seletividade de pesticidas à *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopide)**. Embrapa Algodão, Campina Grande. 2007. (Comunicado Técnico n. 346).

BATISTA FILHO, A.; RAMIRO, Z. A.; ALMEIDA, J. E. M.; LEITE, L. G.; CINTRA, E. R. R.; LAMAS, C. Manejo integrado de pragas em soja: impacto de inseticidas sobre inimigos naturais. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 61-67, 2003.

BERNARDI, O. **Avaliação do risco de resistência de lepidópteros-praga (Lepidoptera: Noctuidae) à proteína Cry1Ac expressa em soja MON 87701 x MON 89788 no Brasil**. Tese (Doutorado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 144f. 2012.

BOTTON, M.; NAVA, D. E.; ARIOLI, C. J.; GRUTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S. Bioecologia, monitoramento e controle da mariposa-oriental na cultura do pessegueiro no Rio Grande do Sul. Embrapa Uva e Vinho. 2011 (**Circular Técnica n. 86**)

BROWN, K. Non-target arthropod field studies: asking the right questions for their purpose. **Pesticides and Beneficial Organisms IOBC/WPRS Bulletin**, Dijon, v.27, n.6, p.107-108, 2004

BUENO, A. F.; BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; VIEIRA, S. S. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1495-1503, 2008.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. Efeito do hexythiazox e imidacloprid sobre ovos, larvas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, p.74-76. 2001.

BUENO, A. F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. **BioControl**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 277-28, 2004.

BUENO, R. C. O. F.; BUENO, A. F.; MOSCARDI, F.; PARRA, J. R. P.; HOFFMANN-CAMPO, C. B. Lepidopteran larvae consumption of soybean foliage: basis for developing multiplespecies economic thresholds for pest management decisions. **Pest Management Science**, v. 67, p. 170-174, 2011.

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

CARNEIRO, E; CUZZI, C.; LINK, S.; VILANI, A.; SARTORI, C.; ONOFRE, S. B. Entomofauna associada a cultura da soja (*Glycine mas* (L.) Merrill) (Fabaceae) conduzida em sistema orgânico. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá. v. 3, n. 3 p. 271-289, 2010

CARVALHO, C. F.; CANARD, M.; ALAUZET, C. Comparison of the fecundities of the Neotropical green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) and the West-Palaeartic *Chrysoperla mediterranea* (Hölzel) (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae). In: Canard, M.; Aspöck, H.; Mansell, M. W. (Ed.). **Pure and applied research in neuropterology**. Cairo, Egito: [s. n.], p. 103-107. (Proceedings of the International Symposium on Neuropterology, 5). 1996.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. -In BUENO, V.H.P. (2 ed.), **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras, UFLA,p. 77-118. 2009.

CARVALHO, G. A., BEZERRA, D., SOUZA, B., CARVALHO, C. F. Efeitos de Inseticidas Usados na Cultura do Algodoeiro Sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 699-706. 2003.

CARVALHO, G. A., CARVALHO, C. F., SOUZA, B., ULHÔA, J. L. Seletividade de Inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 615-621. 2002.

CARVALHO, G. A.; SALGADO, L. O.; RIGITANO, R. I. O.; VELLOSO, A. H. P. P. Efeitos de reguladores de crescimento de insetos sobre ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 18, p. 49-55, 1994.

CARVALHO, M. M., DE FREITAS BUENO, R. C. O., CARVALHO, L. C., FAVORETO, A. L.; GODOY, A. F. POTENCIAL DO CONTROLE BIOLÓGICO PARA O CONTROLE DE *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) E *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) EM SOJA. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 9, n. 17; p. 2049-2063. 2013.

CASTILHOS, R. V.; GRUTZMACHER, A. D.; NAVA, D. E.; ZOTTI, M. J.; SIQUEIRA, P. R. B. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêsegueo a adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 73-80, 2011.

CASTILHOS, R. V.; GRÜTZMACHER, A. D.; SIQUEIRA, P. R. B.; DE MORAES, Í. L.; GAUER, C. J. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 1921-1928, 2014.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Série Histórica de Produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em: 20 ago. 2015.

COSTA, R. I. F.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; LORETI, J. Influência da densidade de indivíduos na criação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p.1539-1545, 2003.

CRUZ, I. Controle biológico em manejo integrado de pragas. In PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e predadores**. Manole, São Paulo.p. 543-580. 2002.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; ALBERNAZ, K. C.; RODRIGUES, O. D.; SILVA, L. M.; DA SILVA, E. A.; BORGES, J. D. Seletividade de inseticidas ao complexo de

inimigos naturais na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 123-127, 2005.

DEGRANDE, P. E., OLIVEIRA, M. D., RIBEIRO, J. F., BARROS, R., NOGUEIRA, R. F., RODRIGUES, A. L. L., FERNANDES, M. G. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, p. 291-294, 2003.

DEGRANDE, P. E.; REIS, P. R.; CARVALHO, G. A.; BELARMINO, L. C. **Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais**. In: Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Corrêa-Ferreira, B; Bento, J. M. S. (Ed.). *Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002, p.71-94.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**. Paolo Alto, US, v. 52, p. 81-106, 2007.

DIAMANTINO, E. P.; CASTELLANI, M. A.; FORTI, L. C.; MOREIRA, A. A.; SÃO JOSÉ, A. R.; DE MACEDO, J. A.; SILVA, B. S. Seletividade de inseticidas a alguns dos inimigos naturais na cultura do algodão. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 81, n. 2, p. 150-158, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Ata da XXX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 350p. 2009

EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; SILVA-TORRES, C.S.A.; TORRE, J.B. Toxicidade de Lufenuron para *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae). **Notropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 319-325, 2002.

EVANGELISTA JUNIOR, W. S.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; ZANUNCIO, J. C. Controle biológico de artrópodes pragas do algodoeiro com predadores e parasitoides. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v. 10, n. 3, 2006.

FERNANDES, O, A.; CORREIA, A, C, B.; BORTOLI, S, A. **Manejo Integrado de Pragas e Nematoides**. Jaboticabal, FUNEP, v.2, p. 53. 1992.

FERREIRA, A. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M. LASMAR, O. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, 2006.

FERREIRA, A. J.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M; MENDONÇA, L. A.; CORREA, A. R. B. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural** [online], vol.35, n.4, pp. 756-762. 2005.

FERREIRA, M. N. **Seletividade de acaricidas a ovos, larvas e adultos de adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em laboratório.** Dissertação de mestrado, UFLA: Lavras, 87 p. 1991.

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 2, p. 319-326, 2000.

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Influência da temperatura sobre alguns aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1439-1450, 2002.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **Notropical Entomology**. v.31, p. 133-139, 2002.

FONSECA, P. R. B.; BERTONCELLO, T. F.; RIBEIRO, J. F.; FERNANDES, M. G.; DEGRANDE, P. E. Seletividade de inseticidas aos inimigos naturais ocorrentes sobre o solo cultivado com algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.4, p.304-309, 2008.

FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Jaboticabal: Funep, 66 p, 2001.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A; ALVES, S. B; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES J. R. S.; OMOTO C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba, FEALQ, 920p. 2002.

GODOY, M. S., CARVALHO, G. A., CARVALHO, B. F., & LASMAR, O. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 11, p. 1253-1258, 2010.

GODOY, M. S.; CARVALHO, G. A.; MORAES, J. C.; COSME, L. V.; GOUSSAIN, M. M.; CARVALHO, C. F.; MORAIS, A. A. Seletividade de seis inseticidas utilizados em citros a pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 359-364, 2004b.

GODOY, M. S.; CARVALHO, G. A.; MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; MORAIS, A. A.; COSME, L. V. Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 639-646, 2004a.

GONÇALVES-GERVÁSIO, R. C. R.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Consumo alimentar de *Chrysoperla externa* sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *Dysmicoccus brevipes*, em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 387-391, fev. 2001.

GOULART, R. M. **Seletividade de agrotóxicos a duas espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros**. 2007. iv, 76 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

GUEDES, J. V. C.; FIORIN, R. A.; STURMER, G. R.; PRÁ, E. D.; PERINI, C. R.; BIGOLIN, M. Sistemas de aplicação e inseticidas no controle de *Anticarsia gemmatalis* na soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.8, p. 910-914, 2012.

H. HASSAN, S. A.; HALSALL, N.; GRAY, A. P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F. M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym. Trichogrammatidae). p. 107-119. In: CANDOLFI, M. P.; BLÜMEL, S.; FORSTER, R.; BAKKER, F. M.; GRIMM, C.; HASSAN, S. A.; HEIMBACH, U.; MEAD-BRIGGS, M. A.; REBER, B.; SCHMUCK R.; VOGT, H. (Eds.). Guidelines to evaluate side effects of plant protection products to non-target arthropods. Montfavet: **IOBC/WPRS**. 158 p. 2000.

HASSAN, S. A. **Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma***. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Ed). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba: FEALQ, Cap. 8,p. 207-233, 1997.

HASSAN, S. A., BIGLER, F., BOGENSCHÜTZ, H., BOLLER, E., BRUN, J., CALIS, J. N. M. & VOGT, H. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms” .**Entomophaga**, v. 39, n. 1, p. 107-119, 1994.

HASSAN, S. A.; DEGRANDE, P. E. **Methods to test the side effects of pesticides on *Trichogramma***. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Eds.). Curso de controle biológico com *Trichogramma*. Piracicaba: FEALQ. p. 63-74. 1996.

RIBEIRO, M. J. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)(Neuroptera, Chrysopidae) alimentada com diferentes dietas. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Entomologia)–Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL, Lavras.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. D. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 20-35, 2006.

MACEDO, L. P. M., PESSOA, L. G. A., SOUZA, B., DE S. LOUREIRO, E. Aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em algodoeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1219-1228, 2010.

MACEDO, L. P., SOUZA, B., CARVALHO, C. F., & ECOLE, C. C. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na reprodução de *Chrysoperla externa* (Hagen)

(Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology** Londrina, v. 32, n. 1, p. 91-96, 2003.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em condições de laboratório. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 81-86, 2000.

MAIA, W. J. M., CARVALHO, C. F., SOUZA, B., CRUZ, I., & MAIA, T. J. Predatory capacity and biological aspects of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004.

MARSARO JUNIOR, A. L.; PEREIRA, P. R. V. da S.; SILVA, W. R. da; GRIFFEL, S. C. P. Flutuação populacional de insetos-praga na cultura da soja no estado de Roraima. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, p. 71-76, 2010.

MORAES, R. R.; LOECK, A. E.; BELARMINO, L. C. Inimigos naturais de *Rachiplusia nu* (Grenée, 1852) e de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 1, p. 57-64, 1991.

MOREIRA, D. C. **Efeito de inseticidas reguladores de crescimento nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1961) (Neuroptera: Chrysopidae), criados em laboratório.** Trabalho de Conclusão de Curso. Pelotas:UFPEL. 2010.

MOSCARDI, F., BUENO, A. F., SOSA-GÓMEZ, D. R., ROGGIA, S., HOFFMANN-CAMPO, C. B., POMARI, A. F., ... & YANO, S. A. C. **Artrópodes que atacam as folhas da soja. Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga.** Embrapa, Brasília, p. 213-334, 2012.

MOSCARDI, F.; ALVES, S. B. Utilização de vírus entomopatogênicos em campo. **Controle microbiano de insetos**, Piracicaba: FAELQ, v. 2, p. 509-539, 1998.

MURATA, A. T.; CAETANO, A. C.; DE BORTOLI, S. A.; BRITO, C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHYSOPIDAE) em diferentes presas. **Revista Caatinga**. 2006, v.19, n.3, p.304-309.

NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCCHI, R. A. **Entomologia econômica**. Piracicaba: Livroceres, 1981.

OLIVEIRA, J. R. G., FERREIRA, M. C.; ROMÁN, R. A. A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 92-99. 2010.

OMOTO, C. **Modo de ação de inseticidas e resistência de insetos a inseticidas**. p. 31-50. In GUEDES, J. C.; COSTA, I. D.; CASTIGLIONI, E. (Org.). Bases e técnicas do manejo de insetos. Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Ciências Rurais/Departamento de Defesa Fitossanitária, Santa Maria, RS. 234 p. 2000.

ONO, E. K. **Efeito letal e subletal de inseticidas reguladores de crescimento ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório**. 2014. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

PALLINI, A.; LEMOS F.; FERREIRA, J.A.M. **Proteção de Plantas – Controle Biológico de Pragas Agrícolas**. Viçosa. p. 34, 2010.

PANIZZI, A. R. Manejo integrado de pragas da soja no Brasil. In: CROCOMO, W. D. (Ed). Manejo Integrado de Pragas. São Paulo: Ícone. p. 293-321. 1990.

PAPA, G. **Proteção de Plantas - Métodos de Controle de Pragas e Manejo Integrado**. Viçosa. p. 26-28, 2010.

PEDIGO, L.P. **Entomology and pest management**. New York: Macmillan, 1989. 646 p.

PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S. de; GARDIM, S.; RODRIGUES, K.C. Potencial reprodutivo de adultos de *Chrysoperla raimundoi* Freitas e Penny (Neuroptera: Chrysopidae) em função da alimentação larval. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71: p.519–521, 2004.

PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. S. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, p. 239-244, 2009.

POLANCZYK, R. A.; PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; GRECCO, E. D.; FRANCO, C. R. Efeito de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin nos parâmetros biológicos de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1412-1416, 2010.

PRINCIPI, M. M.; CANARD, M. **Feeding habits**. In: CANARD, M.; SEMÉRIA, Y.; NEW, T. R. Biology of Chrysopidae. Hague: W. Junk, 1984. p. 76-92.

RIDGWAY, R. L. Control of the bollworm and tobacco budworm through conservation and augmentation of predaceous insects. In: TALL TIMBERS CONFERENCE ON ECOLOGICAL ANIMAL CONTROL BY HABITAT MANAGEMENT, 1., 1969, Florida. **Proceedings...** Florida: [s.n.], 1969. p. 127-144.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Field-cage release of *Chrysopa carnea* for suppression of populations of the bollworm and tobacco budworm on cotton. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 61, n. 4, p. 892-898, 1968.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Inundative release of *Chrysopa carnea* for control of *Heliothis* on cotton. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 62, n. 1, p. 177-180, 1969.

SANTOS, A.C.; BUENO, A.F.; BUENO, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: Pinto, A.S.; Nava, D. E.; Rossi, M. M.; Malerbo-Souza, D. T. (Ed.). Controle biológico de pragas na prática. Piracicaba: CP2, 2006. p.221-227. SHEETS, J. J. Chintin synthesis. In. KRAMER, W.; SCHIRMER, U.; JESCHKE, P.; WITSCHHEL, M. (Ed.) Modern crop protection compounds. 2 ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2012. p. 999-1011.

SILVA, C.A.D.; ALMEIDA, R.P. Manejo de pragas do algodoeiro no Brasil. Campina Grande: Embrapa, 1998. (**Circular Técnico** n. 27).

SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.682-698, 2002.

SILVA, R. A., CARVALHO, G. A., CARVALHO, C. F., REIS, P. R., PEREIRA, A. M. A. R., & COSME, L. V. Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro a Larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e efeitos sobre as fases subsequentes do desenvolvimento do predador. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 951-959, 2005.

SILVA, R. A.; CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; REIS, P. R.; SOUZA, B.; PEREIRA, A. M. A. R. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiro sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 8-14, 2006.

SOARES, J. J.; SOBRINHO, F. P. C.; FERREIRA, A. M.; MELO, R. S.; ALMEIDA, C. A. De. **Predação de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre diferentes presas e efeito da temperatura na sua biologia**. Algodão: um mercado em evolução. Trabalhos do IV Congresso Brasileiro do Algodão. Goiania 2003.

SOARES, J.; MACEDO, L. D. M. Criação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de pragas do algodoeiro. EMBRAPA. CNPA. 2000. (Circular Técnica, n. 36).

SOSA-GÓMEZ, D. R.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORSO, I. C.; OLIVEIRA, L. J.; MOSCARDI, F.; PANIZZI, A. R.; BUENO, A. de F.; HIROSE, E. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados da cultura da soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 2010. 90 p. (Embrapa – CNPSo. Documentos, 269).

SOUZA, B; CARVALHO, C. F. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard

in southern Brazil. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, Budapest, v. 48, n. 2, p. 301-310, 2002.

SOUZA, D. T. (Ed.). **Controle biológico de pragas na prática**. Piracicaba: CP2, 2006. p. 221-227.

TAVARES, P. K. A. **Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do meloeiro a *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Mossoró: UFERSA. 2013. 57f.: il. Dissertação (Pós-graduação em Fitotecnia).

TOMLIN, C. D. S. **The pesticides manual: a world compendium**. 15ed. Oxford: Cabi, 2011. 1457p.

TORRES, A. F.; CARVALHO, G. A. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura cafeeira para ovos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6, 2009, Vitória, ES). **Anais Brasília, D.F: Embrapa – Café, 2009.**

TORRES, A.F; CARVALHO, G. A., SANTA-CECILIA, C, L. V., & MOSCARDINI, F. Selectivity of seven insecticides against pupae and adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 39, n. 1, p. 34-39, 2013.

ULHÔA, J. L. R., CARVALHO, G. A., CARVALHO, C. F., SOUZA, B. Ação de inseticidas recomendados para o controle do curuquerê-do-algodoeiro para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1365-1372, 2002.

VELLOSO, A. H. P. P., RIGITANO, R. L., CARVALHO, A. C.; CARVALHO, C. F. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre larvas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 1, p. 96-101, 1999.

VELLOSO, A.H.P.P.; RIGITANO, R.L.O.; CARVALHO, G.A. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre ovos e larvas de *Chrysoperla externa*

(Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, p. 306-312, 1997.

YAMAMOTO, P.T.; BASSANEZI, R. B. Seletividade de produtos fitossanitários aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v.24, n.2, p.353-382, 2003. Disponível em:

<<http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/edicoes/7/11/v24%20n2%20art07.pdf>>.

ZOTTI, M. J.; GRUTZMACHER, A. D.; LOPES, I. H.; SMAGGHE, G. Comparative effects of insecticides with different mechanisms of action on *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): lethal, sublethal and dose-response effects. **Insect Science**, Shanghai. v.20. n. 6. p. 743-752, 2013.

**Capítulo 1 - Máxima exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento**

**Revista Brasileira de Ciências Agrárias**

**Máxima exposição do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) a inseticidas reguladores de crescimento**

Débora Agnes<sup>1</sup>; Luis Pessoa<sup>1</sup>; Vanessa Alpe<sup>1</sup>; Elisângela Loureiro<sup>1</sup>  
1-Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Chapadão do Sul (CPCS), Caixa Postal 112, 79560-000 Chapadão do Sul, MS, Brasil. E-mail: deboraagnes@hotmail.com

**Resumo**

Objetivou-se avaliar os efeitos dos inseticidas lufenuron, metoxifenoze e piriproxifem sobre larvas de 1<sup>o</sup> (filme seco), 2<sup>o</sup> (pulverização direta) e 3<sup>o</sup> (alimento pulverizado) ínstaes de *Chrysoperla externa*. No 1<sup>o</sup> instar, os tratamentos foram pulverizados em placas de vidro, e montadas as unidades experimentais, sendo as larvas com até 24h de idade individualizadas em cada unidade. As larvas que atingiram o 2<sup>o</sup> instar receberam pulverização direta e aquelas que chegaram ao 3<sup>o</sup> instar receberam lagartas de *Chrysodeixis includens* pulverizadas. Avaliou-se a duração, a mortalidade total e a mortalidade corrigida dos ínstaes e da fase larval. As durações foram afetadas pelos inseticidas apenas a partir do segundo instar. Metoxifenoze proporcionou menor taxa de mortalidade total. Para os demais tratamentos, nos diferentes ínstaes não houve diferenças. Ao avaliar a mortalidade corrigida, observou-se efeito dos inseticidas apenas sobre larvas de 1<sup>o</sup> instar (28,54 % para lufenuron e metoxifenoze e 71,41% para piriproxifem) e de 3<sup>o</sup> instar e na fase larval (100% para lufenuron e piriproxifem). A nutrição larval também pode ter interferido na sobrevivência das larvas de 2<sup>o</sup> instar (para todos os tratamentos) e no tratamento testemunha indicando a possibilidade de efeito aditivo entre os diferentes tipos de exposição e a alimentação.

**Palavras-chave:** inseticidas fisiológicos, predador, crisopídeos

**Effects of maximum exposure predator *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861)  
(Neuroptera: Chrysopidae) the growth regulators insecticides**

**Abstract**

The objective was to evaluate the effects of maximum exposure of regulators insecticide lufenuron growth, methoxyfenozide and pyriproxyfen on larvae of the 1st, 2nd and 3rd instar of *Chrysoperla externa*. In 1oinstar, treatments and the control (composed of distilled water) were sprayed via Potter tower glass plates, after drying, experimental units were set up, gluing PVC cylinders with 10 cm on plates and closing the end top with 'voile' tissue. Larvae up to 24 hours old from laboratory colony were individualized in each experimental unit. The larvae that reached the 2nd instar received direct spraying and larvae that reached the third instar received contaminated food (caterpillars *Chrysodeixis includens*). The experimental design was completely randomized with six replications per treatment, each consisting of five larvae being evaluated mortality and duration of instars and larval stage. A reduction in the mean duration and increased mortality in each instar and larval external C. through different types of exposure to the insecticide used. The food provided to *C. externa* larvae may have interfered in high mortality verified.

**Keywords:** physiological insecticides, predator, lacewings

## INTRODUÇÃO

A maioria dos insetos pertencentes a ordem Neuroptera é predador, destacando-se *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) entre as espécies mais facilmente encontradas e amplamente distribuídos no Brasil. Esses predadores podem habitar diferentes agroecossistemas, como algodão, milho, soja, citros, seringueira, alfafa, fumo videira, macieira, café, pêssego, abacaxi, pimentão, erva-doce, tomate entre diversas outras culturas de interesse econômico (Aquad et al., 2005; Barbosa et al., 2008; Castilhos et al., 2014; Gonçalves-Gervsaio & Santa-Cecilia, 2001).

*C. externa* é considerada polífaga, alimentando-se de vários artrópodes-praga como pulgões, cochonilhas, mosca branca, cigarrinhas, tripes, ovos e pequenas lagartas de lepidópteros, ácaros e psilideos (Carvalho & Souza, 2009; Gonçalves-Gervsaio & Santa-Cecilia, 2001; Principi & Carnard, 1984).

A espécie também apresenta grande capacidade de busca e voracidade de suas larvas, alto potencial reprodutivo, praticidade de criação em laboratório e tolerância a determinados grupos de inseticidas, demonstrando potencial para uso em estratégias tanto de controle biológico natural quanto aplicado. Diante do atual interesse da sociedade na proteção de plantas cultivadas, motivado pela preservação ambiental, *C. externa* pode ser forte aliada em programa de liberações para controle de pragas, contribuindo para redução do uso indiscriminado de inseticidas (Carvalho et al., 2002; Ferreira et al., 2006; Godoy et al., 2004; Pallini et al., 2010; Silva et al., 2005).

Os produtos químicos estão entre os fatores mais comuns que afetam negativamente os inimigos naturais e, devido à crescente demanda por produtos alimentícios, novas áreas de cultivo foram implantadas e exploradas para a produção agrícola, levando ao aumento abusivo do uso de produtos fitossanitários (Carmo et al., 2010).

Tal fato que vem sendo observado na cultura da soja, com as aplicações excessivas de inseticidas, observando-se aumento na ocorrência da lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*) (Walker, 1857) (Lepidoptera: Noctuidae), a qual tornou-se um grande problema fitossanitário na cultura, deixando de ser considerada uma praga de importância secundária, causando severos danos a cultura pela sua alta voracidade e hábito de vida (preferência pelos terços médio e inferior da planta) (MASSAROLI, 2013; MOSCARDI et al., 2012). Bueno,

et al. (2011) observaram que esta praga pode consumir de 80 a 180 cm<sup>2</sup> de folhas comprometendo a produtividade da cultura levando a enormes prejuízos ao produtor. Outro fator que contribuiu para elevar sua importância como praga é sua rápida disseminação no ambiente podendo, cada fêmea, ovipositar em média 700 ovos (MOSCARDI et al., 2012).

Em consequência o uso demasiado e irregular de inseticidas sintéticos para controle dessa praga contribui cada vez mais para desequilíbrios ecológicos na cultura da soja, por afetar também os organismos benéficos (SCHLICK-SOUZA, 2013), levando ao aumento de dosagens e aplicações, agravando assim o problema e causando impactos no ambiente.

Com intuito de minimizar os impactos dos agrotóxicos ao meio ambiente destaca-se nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) o controle biológico, o qual visa preservar os inimigos naturais existentes no agroecossistema (Angelini & Freitas, 2006; Macedo et al., 2010). Outra estratégia que pode ser utilizada é a associação de métodos de controle que se complementem e não afetem a viabilidade um do outro, como o controle biológico e o controle químico. Desta forma, os produtos fitossanitários químicos utilizados devem ser efetivos e apresentarem baixa toxicidade, ou seja, controlar as pragas sem afetar a atividade dos inimigos naturais (Degrande et al., 2002; Godoy et al., 2004; Santos et al., 2006).

Para determinar a seletividade de um produto químico aos inimigos naturais, é necessário realizar testes, os quais devem ser conduzidos primeiramente em laboratório, pois a seletividade dos produtos observados nessas condições, provavelmente também apresentarão sua seletividade em campo. Os testes de laboratório mais comuns para avaliar a seletividade de produtos químicos são realizados através de aplicações tópicas, devido a maior similaridade das condições que encontradas pelos insetos (Degrande et al., 2002; Hassan, 1997).

Segundo Castilhos et al. (2014), o uso de inseticidas sintéticos seletivos, por permitir a associação com métodos biológicos, causam menor impacto aos organismos benéficos em agroecossistemas, contribuindo assim para regular as populações de insetos-pragas. Em consequência, reduzem o uso de tratamentos fitossanitários no campo, o que garante aos produtores rurais maior economia, produtos agrícolas de melhor qualidade e menor impacto ambiental.

Uma classe de inseticidas que se encaixa nesse perfil por apresentar baixa toxicidade a vertebrados e aos inimigos naturais e baixa contaminação ambiental são os Inseticidas

Reguladores de Crescimento (IRC), os quais atuam em processos fisiológicos na fase de desenvolvimento dos insetos, sendo largamente utilizados na agricultura, tendo como alvo principal larvas de lepidópteros que atacam as plantas cultivadas (Papa, 2010). Dentre esses destacam-se lufenurom, metoxifenoze e piriproxifem.

Visto que os inseticidas sintéticos são muito utilizados para controle de pragas agrícolas, deve-se prezar por inseticidas que sejam seletivos a entomofauna benéfica, como os inimigos naturais das pragas, uma vez que estes contribuem com controle de pragas de forma natural. Estudos que visem identificar os efeitos dos agrotóxicos aos inimigos naturais são de extrema importância. Frente a isso, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da associação de diferentes formas de exposição das larvas de *C. externa* a inseticidas reguladores de crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção dos insetos

#### Criação de *Chrysoperla externa*

Adultos de crisopídeos foram coletados em plantações nas proximidades do Campus de Chapadão do Sul da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e encaminhados ao Laboratório de Entomologia. Após triagem e identificação, adultos de *C. externa* foram acondicionados em gaiolas de cloreto de polivinila (PVC) com 10 cm de diâmetro e 23 cm de altura, revestidas internamente com papel sulfite, o qual serviu como substrato para oviposição. A parte superior das gaiolas foi vedada com tecido 'voil' e a parte inferior acoplada a uma placa de isopor. As gaiolas foram mantidas em câmara do tipo BOD climatizada a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase (Freitas, 2001; Pessoa et al., 2006).

Os adultos foram alimentados com uma pasta constituída, em proporções iguais (v/v), de lêvedo de cerveja e mel, sendo fornecida juntamente com água utilizando alimentadores dispostos na parte superior da gaiola aos insetos.

Os ovos foram retirados do papel sulfite com o auxílio de estilete, cortando-se o pedicelo e, em seguida foram acondicionados em recipientes plásticos transparentes de 250mL com tampa contendo pequenas perfurações (para facilitar trocas gasosas) e no seu interior tiras de

papel sulfite para aumentar a superfície de caminhamento das larvas e diminuir o canibalismo. Larvas recém eclodidas foram separadas dos ovos remanescentes e divididas, contendo no máximo cinco larvas por recipiente, sendo alimentadas com ovos da traça *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) até a formação das pupas. As pupas também foram separadas para evitar a predação. Após a emergência, os adultos foram colocados em gaiolas, dando início a outro ciclo da criação.

### ***Chrysodeixis includens***

Ovos foram obtidos da empresa Pragas.com (CL EMPREENDIMENTOS BIOLOGICOS LTDA – EPP, ESALQ – Tec. Incubadora de Empresas Fazenda Areao), localizada em Piracicaba – SP e mantidos em B.O.D. climatizada até a que as lagartas alcançaram a fase de L2 (0,7 a 1,0 cm de comprimento).

### **Aplicação dos tratamentos**

Os tratamentos foram compostos por três inseticidas Reguladores de Crescimentos dos Insetos (IRC), lufenurom (inibidor da síntese de quitina), metoxifenozone (agonista de receptores de ecdisteroides) e piriproxifem (agonista do hormônio juvenil) e a testemunha composta por água destilada esterilizada (Tabela 1). Todos os tratamentos foram aplicados utilizando torre de Potter regulada à pressão de 15 lb.pol<sup>-2</sup>, com volume de aplicação de 2mL com deposição de  $1,5 \pm 0,5$  mg.cm<sup>2</sup>, segundo metodologia da IOBC (International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants) filme seco, aplicação direta e alimento pulverizado (Hassan et al., 1991; Hassan & Degrande, 1996). Foram utilizadas doses médias dos inseticidas recomendadas pelos fabricantes para cultura da soja (Agrolink, 2015).

Tabela 1 - Nome comercial, ingrediente ativo, grupo químico, concentração ingrediente ativo na formulação e dosagem utilizadas para tratamento das larvas de *C. externa*.

<b>Nome Comercial</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Grupo Químico</b>	<b>Concentração Ingrediente ativo (g.L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Dose média do PC (mL.ha<sup>-1</sup>)</b>
Match EC	Lufenurom	Benzoilfeniluréia	50	150
Intrepid 240 SC	Metoxifenozone	Diacilhidrazina	240	105
Tiger 100 EC	Piriproxifem	Éter piridiloxipropílico	100	275

PC – Produto comercial

## **Exposição das larvas de *Chrysoperla externa* aos tratamentos**

Visando expor *C. externa* ao máximo de exposição aos tratamentos na fase jovem, larvas de 1º instar (com até 24h de idade) foram expostas, de acordo com a metodologia padrão da IOBC, conhecida como filme seco (Hassan et al., 1991; Hassan & Degrande, 1996). A unidade teste constituída por uma placa de vidro de 11,6 cm de comprimento x 9,6 cm de largura x 0,5 cm de espessura que foi pulverizada com os inseticidas conforme descrito anteriormente.

Após as pulverizações, as placas foram distribuídas em sala climatizada a  $25 \pm 2$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase e sobre cada uma colocou-se uma unidade de criação de PCV com 10 cm de altura por 10 cm de diâmetro. A extremidade superior da unidade foi fechada com tecido tipo “voil” e sua parede interna impregnada com grafite em pó para evitar a aderência ou locomoção da larva nesse local. As larvas sobreviventes a esse teste, no 2º instar (até 24 horas após entrarem nesse estágio), foram colocadas em placas de Petri e receberam pulverização direta do inseticida, em torre de Potter; posteriormente devolvidas as unidades teste. Aquelas que atingiram o 3º instar, ainda nas unidades teste, foram expostas de forma indireta aos inseticidas, através da ingestão de lagartas *Chrysodeixis includens*, as quais foram previamente pulverizadas em torre de Potter. Nos dois primeiros instares, as larvas também foram alimentadas com lagartas de *C. includens*, porém, sem exposição do alimento aos tratamentos. As lagartas fornecidas apresentavam comprimento variando de 0,7 a 1,0 cm (Pessoa, 2015, comunicação pessoal).

Paralelamente ao experimento, foram conduzidos indivíduos submetidos aos mesmos tratamentos caso houvesse necessidade de reposição para completar o número de indivíduos por tratamento. Foi avaliada a mortalidade total e corrigida, além da duração de cada instar e da fase larval.

## **Delineamento experimental**

O delineamento foi o inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento, cada uma composta por cinco larvas. Para análise da duração de cada instar e da fase larval, foram transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$  e para a análise de mortalidade total, os dados coletados foram transformados em arco seno  $(x/100)^{1/2}$ . Após, foram e submetidos à análise de variância pelo

teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o programa SISVAR. A mortalidade corrigida foi calculada de acordo com Schneider-Orelli (1947).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da exposição das larvas de 1º instar ao resíduo dos tratamentos utilizados sobre a duração desse estágio. Diferenças significativas foram verificadas apenas para as durações do 2º e 3º ínstars e para a fase larval quando receberam aplicação direta e quando foram alimentadas com lagartas expostas aos tratamentos, respectivamente (Tabela 2).

No segundo instar, para larvas que receberam aplicação direta, os tratamentos piriproxifem e metoxifenoazide proporcionaram duração significativamente menor em relação aos demais tratamentos. Torres (2013) utilizando piriproxifem e lufenurom aplicados diretamente em larvas de 2º instar não observaram diferença significativa na duração (3,1 e 2,9 dias respectivamente) desse estágio entre os demais tratamentos.

No terceiro instar (larvas que receberam alimento pulverizado) e na fase larval, só foi possível a avaliação das durações de metoxifenoazide em relação a testemunha, onde o inseticida proporcionou aumento significativo nos valores deste parâmetro. O resultado verificado para a fase larval pode ser resultado da interação entre os tipos de exposição testados (Tabela 2).

Tabela 2 – Duração (dias  $\pm$  EP) de larvas de *C. externa*, em função do tratamento e das formas de exposição: 1º Instar (Filme seco), 2º Instar (Aplicação direta), 3º Instar (Alimento pulverizado) e fase larval.

Tratamento	1º Instar	2º Instar	3º Instar	Fase larval
Lufenurom	2,0 $\pm$ 0,00 a	4,0 $\pm$ 0,00 b	*	*
Piriproxifem	2,0 $\pm$ 0,00 a	3,5 $\pm$ 0,50 a	*	*
Metoxifenoazide	2,0 $\pm$ 0,00 a	3,5 $\pm$ 0,18 a	10,0 $\pm$ 1,00 b	15,5 $\pm$ 1,00 b
Testemunha	2,0 $\pm$ 0,00 a	4,3 $\pm$ 0,25 b	8,0 $\pm$ 0,00 a	14,3 $\pm$ 0,00 a
CV (%)	0,00	6,47	0,62	0,57

Para análise dados transformados em  $(x+0,5)^{1/2}$ .

EP = erro padrão da média.

\* Não foi possível realizar análise devido a mortalidade ou pois nenhum inseto completou a fase de desenvolvimento.

Verificou-se elevada taxa de mortalidade total em todos os tratamentos, sendo observada apenas diferença significativa no 2º instar para metoxifenoazide, o qual proporcionou menor

taxa de mortalidade em relação aos inseticidas testados. Para os demais tratamentos, nos diferentes ínstaes não foram verificadas diferenças significativas (Tabela 3).

O tratamento lufenurum provocou mortalidade total de 83,33% nas larvas de 1º instar que caminharam sobre superfície pulverizada e nas larvas de 2º instar sobreviventes da primeira exposição, que receberam aplicação direta, não diferindo da testemunha. Após o terceiro método de exposição, quando as larvas de terceiro instar se alimentaram de lagartas pulverizadas observou-se mortalidade de 100,0%, não atingindo a fase de pupa (Tabela 3).

O tratamento metoxifenoazide proporcionou taxa de mortalidade total de 83,3% no 1º instar, após a segunda forma de exposição (2º instar), foi observada a menor mortalidade (51,67%) e, no 3º instar, a taxa de mortalidade aumentou para 75%. Ao avaliar a mortalidade da fase larval observou-se que 93,33% dos insetos não completaram o desenvolvimento (Tabela 3).

As maiores taxas de mortalidade total, no 1º instar, foram verificadas para o tratamento piriproxifem. No 1º, 2º e 3º ínstaes as taxas de mortalidade foram de 93,3, 83,33 e 100% respectivamente (Tabela 3).

Ao avaliar a mortalidade corrigida, observa-se que houve efeito dos inseticidas utilizados sobre as larvas de 1º instar, sendo de 28,54 % para lufenurum e metoxifenoazide e 71,41% para piriproxifem. Os inseticidas não tiveram ação pronunciada no 2º instar. No 3º instar e na fase larval a mortalidade corrigida observada para lufenurum e piriproxifem foi de 100%. De acordo com Torres (2013), o 1º instar é o estágio mais suscetível, e para Ferreira (2006), Silva (2005) e Torres (2013) o 3º instar o estágio mais tolerante aos compostos químicos, porém a maioria dos trabalhos existentes não leva em consideração que o inseto possa a ter contato com o produto de forma cumulativa, assim como exposto nesse trabalho, o que pode ter contribuído para a elevada taxa de mortalidade das larvas de 3º instar.

Segundo Andrei (2009), as benzoilfeniluréias, como o lufenurum, interferem na deposição de quitina, assim o inseto não consegue completar o processo de ecdise, pois o exoesqueleto formado não suporta a pressão exercida pelos músculos levando o inseto a morte.

Tabela 3 - Mortalidade total (%  $\pm$  EP) e corrigida de larvas de *C. externa*, em função do tratamento e das formas de exposição: 1º Instar (Filme seco), 2º Instar (Aplicação direta), 3º Instar (Alimento pulverizado) e fase larval.

Tratamento	Mortalidade (%)							
	1º Instar		2º Instar		3º Instar		Fase Larval	
	Total	Corrigida	Total	Corrigida	Total	Corrigida	Total	Corrigida
Lufenurom	83,33 $\pm$ 6,15 a	28,54	88,33 $\pm$ 8,33 b	0,00	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00
Piriproxifem	93,33 $\pm$ 6,67 a	71,41	83,33 $\pm$ 10,54 b	0,00	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00	100,00 $\pm$ 0,00 a	100,00
Metoxifenoazide	83,33 $\pm$ 6,15 a	28,54	51,67 $\pm$ 8,33 a	0,00	75,00 $\pm$ 25,00 a	0,00	93,33 $\pm$ 10,33 a	0,00
Testemunha	76,67 $\pm$ 3,33 a	—	88,33 $\pm$ 8,33 b	—	75,00 $\pm$ 25,00 a	—	96,67 $\pm$ 8,16 a	—
CV (%)	19,87		27,38		28,57		3,52	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

EP = erro padrão da média.

Mortalidade corrigida calculada pela fórmula de Schneider-Orelli (1947).

Utilizando a metodologia de filme seco, Godoy et al (2004) verificaram que larvas de 1º instar que foram expostas ao lufenurom (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>), apresentaram 100% de mortalidade. As larvas não atingiram o 2º instar, morrendo no momento da troca do exoesqueleto, apresentando, na maioria das vezes, parte da exúvia presa pela extremidade abdominal, classificando como altamente tóxico a essa fase do predador.

Carvalho et al. (2002) observaram que triflumurom (0,0375 g i. a. L<sup>-1</sup>) aplicado em placas contendo larvas de 1º, 2º e 3º ínstars juntamente com seu alimento não apresentaram mortalidade nas primeiras 6 horas após o tratamento, porém acarretando 100% de mortalidade ao final do instar.

Resultado divergente foi encontrado em trabalho realizado por Carvalho et al. (2003), onde triflumurom (0,02 g PC/100mL água) não causou efeito em larvas de 2º instar que caminharam sobre o resíduo de inseticidas em folhas de algodão. Porém, apesar desse inseticida mostrar-se seletivo a fase larval, os insetos não completaram o desenvolvimento, morrendo na fase de pupa.

As diacilhidrazinas são inseticidas que aceleram o processo da ecdise (Gallo et al., 2002). Após o contato com esse inseticida, cessa a alimentação, e é estimulado a produzir uma nova cutícula, porém malformada, logo abaixo da antiga, assim o inseto morre de inanição e desidratação (Alexandre, 2010). Godoy et al. (2004) utilizando tebufenozide (0,12 g i. a. L<sup>-1</sup> de água) verificaram apenas 36,7% de sobrevivência das larvas de 1º instar tratadas e classificaram como moderadamente nocivo.

Os inseticidas juvenoides, como o piriproxifem, atuam impedindo que o inseto realize ecdise, levando-o a morte. Velloso et al. (1999) utilizando aplicação direta sobre os insetos, verificaram que piriproxifem (0,1 g i.a. L<sup>-1</sup>) não impediu a mudança do 2º para o 3º instar, porém as larvas não chegaram a fase de pupa confirmando a ação desse inseticida. Resultado divergente foi encontrado em trabalho realizado por Torres (2013), ao avaliar inseticidas utilizados na cafeicultura, aplicando piriproxifem diretamente sobre larvas de 2º instar, em torre de Potter (0,15 L P.C. ha<sup>-1</sup>), classificando esse inseticida como inócuo, devido à alta sobrevivência das larvas e viabilidade dos ovos (90,0 e 98,5%) proveniente das larvas tratadas.

De acordo com os resultados apresentados na literatura, verifica-se que os inseticidas reguladores de crescimento pertencentes aos grupos químicos das benzoilfeniluréias, das

diacilhidrazinas e do eter piridiloxipropílico os quais são utilizados para controle de lepidópteros praga, podem atuar de forma deletéria sobre a fase larval de *C. externa*, refletindo na sobrevivência das diferentes fases de desenvolvimento do predador.

Apesar dos resultados de toxicidade verificados na literatura para as larvas de *C. externa* expostas aos tratamentos lufenuron e metoxifenoze, os resultados apresentados nesse trabalho podem ter sido potencializados devido ao alimento fornecido. Isso ficou evidente quando se compara os resultados dessa pesquisa com a literatura, para o piriproxifem. A nutrição larval também pode ter interferido na sobrevivência das larvas de 2º instar (para todos os tratamentos) e no tratamento testemunha, visto que 96,67% das larvas não completaram o desenvolvimento.

Tal fato pode possivelmente estar relacionado com o tamanho das lagartas de *C. includens* para os estádios iniciais (1º instar) de *C. externa*, a capacidade de fuga da presa em relação a mobilidade do predador e o tempo de busca do predador por alimento, visto que após a mortalidade da larva, lagartas não aparentavam terem sido predadas. Soares et al. (2006) avaliando consumo alimentar de *C. externa* sobre *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) constataram que lagartas a partir do 2º instar foram menos predadas em função da capacidade de defesa aperfeiçoado. Para o presente estudo, o tamanho das lagartas foi escolhido seguindo uma recomendação prática para realizar seu controle químico em campo (Pessoa, 2015 Comunicação pessoal).

Diversos trabalhos ressaltam a alta voracidade das larvas de crisopídeos, inclusive para larvas de lepidópteros, porém, a maioria das presas desse predador apresenta incidência estacional (Freitas, 2001), ou seja, pouca mobilidade, sendo que a maioria utiliza a fase de ovo, o que favorece a ação do predador.

De acordo com Albuquerque (2009), larvas de crisopídeos suportam privações de alimento e água por diversas horas, porém para que sobreviva, elas dependem do encontro com a presa, e quanto maior o grau de fome, maior será a movimentação da larva e caso esta não encontre alimento, diminui a agilidade, entra em letargia e morte.

Angelini & Freitas (2006) em estudo desenvolvimento de *C. externa* referente a escassez de alimento, observaram 100% de mortalidade após 48 horas sem alimento. Essa condição no 1º instar poderia ser compensada no decorrer do desenvolvimento do inseto caso a larva

encontrasse alimento nas primeiras 48 horas após a eclosão, e, em caso de escassez nos demais instares, os parâmetros biológicos não são afetados.

Verifica-se que há na literatura ocorrência de predação de *C. externa* por lepidópteros (Auad et al., 2003; Ribeiro et al., 2007; Silva et al., 2002), porém a presa precisa ser aceita para que ocorra a captura e consumo desta. Como ocorre para a maioria dos predadores, após o contato físico com a presa, o reconhecimento é realizado por receptores sensoriais, e assim o inseto é estimulado a experimentá-la. A composição química da presa (presença de compostos secundários) pode variar ao longo do ano ou das condições ambientais, determinando sua adequação ou não ao predador (Albuquerque, 2009; Soares & Macedo, 2000).

Desta forma, os resultados apresentados nesta pesquisa indicam a possibilidade de efeito aditivo entre os diferentes tipos de exposição e da alimentação fornecida nos parâmetros biológicos avaliados (duração e viabilidade), sugerindo a impossibilidade do uso de *C. externa* associada aos IRC's no manejo da lagarta falsa medideira, que geraria prejuízos ao predador, principalmente na ausência de outro tipo de alimento e refúgio a esses insetos.

## CONCLUSÕES

Através da mortalidade corrigida verifica-se efeito nocivo dos inseticidas Piriproxifem e Lufenurom sobre o desenvolvimento larval de *Chrysoperla externa*.

Avaliando-se conjuntamente as mortalidades total e corrigida evidencia-se efeito deletério da alimentação com lagartas de *Chrysodeixis includens* sobre os parâmetros biológicos avaliados de *C. externa*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrolink. Agrofito: Ingrediente ativo. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/secure/BuscaDiretaPrincipio.aspx>>.

Albuquerque, S.A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: Panizzi, A. R.; Parra, J. R. P. (Ed.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 23, p.969-1022.

Alexandre, T. M. Estratégias para o manejo da *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae, Plusiinae) em soja. Tese (Doutorado). UFPR - Curitiba-PR. 104p. 2010. Disponível em:<<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/23528>>.

Andrei, E (Coord.). Compêndio de defensivos agrícolas: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola. 8.ed. São Paulo: Editora Andrei, 1378p. 2009.

Angelini, M. R.; Freitas, S. de. Efeito da escassez de alimento no desenvolvimento pós-embrionário e no potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Bragantia, v. 65, n. 1, p. 129-137, 2006.

Auad, A. M.; Carvalho, C. F.; Souza, B.; Trevizani, R.; Guimarães, C. M. R. F. Desenvolvimento das fases imaturas, aspectos reprodutivos e potencial de predação de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. Acta Scientiarum. Agronomy, v. 27, n. 2, p. 327-334, 2005.

Auad, A., Carvalho, C. F., Souza, B., & Barbosa, L. R. Duração e viabilidade das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) alimentada com ovos e lagartas de *Spodoptera frugiperda* (JE SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 2, n. 01, 2003.

Barbosa, L. R.; Carvalho, C. F. D.; Souza, B.; Auad, A. M. Efficiency of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in the *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) population reduction in sweet pepper (*Capsicum annum* L.). Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1113-1119, 2008.

Carmo, E. D.; Bueno, A. F.; Bueno, R. C. O. F.; Vieira, S. S.; Goulart, M. M. P.; Carneiro, T. R. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Arquivos do Instituto Biológico, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.

Carvalho, C.F.; Souza, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos, p.77-115. In V.H.P. Bueno (2 ed.), Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade. Lavras, UFLA, 196p. 2009.

Carvalho, G. A., Carvalho, C. F., Souza, B., Ulhôa, J. L. Seletividade de Inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical Entomology,

Londrina, v. 31, n. (4, p.):615-621. 2002. Castilhos, R. V.; Grützmacher, A. D.; Siqueira, P. R. B.; de Moraes, Í. L.; Gauer, C. J. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pessegueiro sobre ovos e pupas do predador *Chrysoperla externa*. *Ciência Rural*, Santa Maria v. 44, n. 11, p. 1921-1928, 2014.

Degrande, P. E., *et al.* Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; B.S. Corrêa-Ferreira; Bento, J. M. S. (Eds.). *Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores*. São Paulo: Manole. p.71-94. 2002.

Ferreira, A. J.; Carvalho, G. A.; Botton, M.; Lasmar, O. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas populações de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, Apr. 2006.

Freitas, S. Criação de crisopídeos em laboratório. 1. ed. Jaboticabal: Funep, v. 300. 20p. 2001.

Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R. P. L.; Baptista, G. C.; Berti Filho, E.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A.; Alves, S. B.; Vendramim, J. D.; Marchini, L. C.; Lopes J. R. S.; Omoto C. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba, FEALQ, 920p. 2002.

Godoy, M. S.; Carvalho, G. A.; Moraes, J. C.; Goussain, M. M.; Morais, A. A.; Cosme, L. V. Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 33, n. 5, p. 639-646, 2004.

Gonçalves-Gervásio, R. C. R.; Santa-Cecília, L. V. C. Consumo alimentar de *Chrysoperla externa* sobre as diferentes fases de desenvolvimento de *Dysmicoccus brevipes*, em laboratório. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 2, p. 387-391, fev. 2001.

Hassan, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. (Ed). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ, Cap. 8., Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-233, 1997.

Hassan, S. A.; Bigler, F.; Bogenschütz, H.; Boller, E.; Brun, J.; Calis, J. N. M.; Chiverton, P.; Coresmans-Pelseneer, J.; Duso, C.; Lewis, G. B.; Mansour, F.; Moreth, L.; Oomen, P. A.; Overmeer, W. P. J.; Polgar, L.; Rieckmann, W.; Sams & Petersen, L.; Stacbli, A.; Sterk, G.; Tavares, K.; Tuset, J. J.; Viggiani, G. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS. *Entomophaga*, Paris, v. 36, n. 1, p. 55-67, 1991.

Hassan, S. A.; Degrande, P. E. Methods to test the side effects of pesticides on *Trichogramma*. In: Parra, J. R. P.; Zucchi, R. (Eds.). *Curso de controle biológico com Trichogramma*. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 63-74.

Macedo, L. P. M., Pessoa, L. G. A., Souza, B., & de Souza Loureiro, E. Aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em algodoeiro. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4. p. 1219-1228, 2010.

Murata, A. T.; Caetano, A. C.; Bortolo, S. A.; Brito, C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. *Revista Caatinga*. Mossoró v. 19, n. 3, p. 304-309. 2006.

Pallini, A.; Lemos F.; Ferreira, J.A.M. Proteção de Plantas – Controle Biológico de Pragas Agrícolas. Viçosa. p. 34, 2010.

Papa, G. Proteção de Plantas - Métodos de Controle de Pragas e Manejo Integrado. Viçosa. p. 26-28, 2010.

Pessoa, L. G. A.; Hermanson, L.; Freitas, S. de. Criação massal de crisopídeos. In: *De Bortoli, S. A.; BOIÇA Jr, A. L.; OLIVEIRA, J. E. M. Agentes de controle biológico: metodologias de criação, multiplicação e uso*. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2006. p .27-37.

Principi, M. M.; Canard, M. Feeding habits. In: Canard, M.; Seméria, Y.; New, T. R. *Biology of Chrysopidae*. Hague: W. Junk, 1984. p. 76-92.

Ribeiro, L. J.; Berti Filho, E.; Magro, S. R. Predação da lagarta-minadora-dos-citros *Phyllocnistis citrella* Stainton, 1856 (Lepidoptera: Gracillariidae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Caatinga*, v. 20, n. 2, 2007.

Santos, A.C.; Bueno, A.F.; Bueno, R.C.O.F. Seletividade de defensivos agrícolas aos inimigos naturais. In: Pinto, A.S.; Nava, D. E.; Rossi, M. M.; Malerbo-Souza, D. T. (Ed.). *Controle biológico de pragas na prática*. Piracicaba: CP2, p. 221-227. 2006.

Silva, G. A.; Carvalho, C. F.; Souza, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência Agrotécnica*. Lavras, v. 26, n. 4, p. 682-698, 2002.

Silva, R. A., *et al.* Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro a Larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e efeitos sobre as fases subseqüentes do desenvolvimento do predador. *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 34, n. 6, p. 951-959, 2005.

Soares, J.; Macedo, L. D. M. Criação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de pragas do algodoeiro. EMBRAPA. CNPA. 2000. (Circular Técnica, n. 36).

Schneider-Orelli, O. *Enomologisches praktikum*. Aarau: Sauerland. 149p. 1947.

Soares, J. J.; Lira, E. C.; Melo, R. S.; Silva, M. V. Efeito da idade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) na predação de *Alabama argillacea* (Huebner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006 (Comunicado Técnico, 266).

Torres, A. de F. Toxicidade de inseticidas utilizados na cafeicultura às espécies predadoras (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae). Tese Doutorado. 2013.

Velloso, A. H. P. P., Rigitano, R. L., Carvalho, A. C., & Carvalho, C. F. Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre larvas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciências e Agrotecnologia*, v. 23, n. 1, p. 96-101, 1999.