



**TOXICIDADE DE AGROQUÍMICOS USADOS NA CULTURA DO  
MILHO NA ESPANHA, SEM E COM CHUVA, PARA *Chrysoperla carnea*  
(Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) EM LABORATÓRIO E  
CASA DE VEGETAÇÃO**

**JADER BRAGA MAIA**

**2013**

**JADER BRAGA MAIA**

**TOXICIDADE DE AGROQUÍMICOS USADOS NA CULTURA DO  
MILHO NA ESPANHA, SEM E COM CHUVA, PARA *Chrysoperla carnea*  
(Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) EM LABORATÓRIO E  
CASA DE VEGETAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia/Entomologia, área de  
concentração Entomologia Agrícola, para a  
obtenção do título de “Doutor”.

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Maia, Jader Braga.

Toxicidade de agroquímicos usados na cultura do milho na Espanha, sem e com chuva, para *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e casa de vegetação / Jader Braga Maia. – Lavras : UFLA, 2013.

129 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho.

Bibliografia.

1. Entomologia agrícola. 2. Crisopídeos. 3. Controle biológico. 4. Predadores. 5. Pesticidas. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.747

**JADER BRAGA MAIA**

**TOXICIDADE DE AGROQUÍMICOS USADOS NA CULTURA DO  
MILHO NA ESPANHA, SEM E COM CHUVA, PARA *Chrysoperla carnea*  
(Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) EM LABORATÓRIO E  
CASA DE VEGETAÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Entomologia, área de concentração Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de “Doutor”.

**APROVADA em 28 de fevereiro de 2013.**

Profª. Dra. Elisa Viñuela Sandoval.....Universidad Politécnica de Madrid  
Dr. Paulo Rebelles Reis.....EPAMIG – Sul de Minas/EcoCentro  
Dr. Rogério Antônio Silva.....EPAMIG - Sul de Minas /EcoCentro  
Prof. Dr. César Freire Carvalho.....UFLA

Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS - MG  
2013

A Deus, por tudo que já me concedeu e por estar sempre presente em meu caminho,

**AGRADEÇO.**

À minha mulher Fernanda Gonçalves Martins Maia, pela sua amizade, amor, carinho, companheirismo, compreensão, dedicação e paciência durante toda essa caminhada,

**DEDICO.**

Aos meus pais, Nilson Corrêa Maia e Tereza Braga Maia, pelo seu amor, dedicação e ensinamentos; aos meus irmãos Gecyara Braga Maia, Josenilson Braga Maia e Ozana Braga Maia pela amizade, amor e companheirismo,

**OFEREÇO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Entomologia - DEN pela oportunidade concedida para realização do curso de Doutorado em Entomologia/Agronomia.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão da bolsa de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa para a realização do Doutorado Sanduíche em Madrid - Espanha.

Ao Prof. Dr. Geraldo Andrade Carvalho, por sua orientação, amizade, dedicação e pelos seus ensinamentos que foram de grande valia para a realização deste trabalho e do meu crescimento profissional e pessoal.

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA pelos ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência.

Aos estagiários do Laboratório de Estudos de Seletividade, Thais Fagundes Matiolle, Brenda Carvalho Freire e Dyrson de Oliveira Abbade Neto pela convivência e auxílio na condução de experimentos.

Aos amigos de pós-graduação e do Laboratório de Estudos de Seletividade, DeJane Santos Alves, Rafaella Ribeiro Sâmia, Rodrigo Lopes de Oliveria, Valéria Fonseca Moscardini, Pablo da Costa Gontijo, Andréa de Fatima Torres e Frontino Monteiro Nunes pela amizade, companheirismo e convivência.

Aos colegas e estudantes de pós-graduação do laboratório de Entomologia da Universidade Politécnica de Madri Agustín Garzon, Andrea Carolina, Fermin Amor, Mar Fernandez, Rosa Saelices e Paloma Bengochea pela boa recepção, convivência, carinho e atenção a mim prestados.

Aos professores do Departamento de Entomologia da Universidade Politécnica de Madri, Flor Budia, Pilar Medina, Angeles Adan e Pedro Del

Estal, pela grande recepção, troca de conhecimentos e boa convivência durante minha estadia nessa Universidade.

Aos funcionários do Laboratório de Entomologia da Universidade Politécnica de Madrid, Ignacio Morales, Yara Quiroz e Luis Quiroz pelo carinho, amizade e boa convivência.

À Prof.<sup>a</sup> Dra. Elisa Viñuela Sandoval por ter sido minha coordenadora no doutorado sanduíche em sua Instituição na Espanha, no qual tive a oportunidade de desenvolver alguns experimentos, adquirir e trocar conhecimentos, fundamentais para minha formação profissional.

Ao responsável de marketing David Recio Recio da empresa de produtos fitossanitários Indústria AFRASA, S.A. (Valência-Espanha), pelo fornecimento do produto Apache<sup>®</sup> para a realização dos bioensaios.

Aos funcionários do Departamento de Entomologia da UFLA, em especial a Eliana Donizete de Andrade (Leia), Irene Teodoro de Oliveira, Julio Augusto de Oliveira Filho (Julinho), Lisiane e Roseni pela amizade e harmoniosa convivência.

A todos que fizeram parte de minha vida durante esses 4 anos de doutorado, os meus sinceros agradecimentos.

### **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

À minha esposa Fernanda Gonçalves Martins Maia, pelo companheirismo, amor, amizade e por me incentivar em realizar o doutorado sanduíche.

Aos meus irmãos Josenilson, Gecyara Braga Maia, Ozana Braga Maia e ao Cunhado Getúlio Ramos Duarte por toda ajuda, carinho, amizade e pensamentos positivos dedicados a mim durante minha experiência acadêmica.

## RESUMO GERAL

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos dos produtos deltametrina (DECIS® 1,5% EW, Piretroide, 12,45 mg i.a./L), clorpirifós (CHAS® 48% EC, Organofosforado, 960 mg i.a./L),  $\lambda$ -cihalotrina (KARATE® 10% WG, Piretroide, 20 mg i.a./L), abamectina (APACHE® 1,8% EC, Avermectina, 18 mg i.a./L), hexitiazox (PERFIL® 10% WP, Carboxamida, 75 mg i.a./L) e pendimetalina (PENDALIN® 33 % EC, Dinotroanilina, 1,980 mg i.a./L), sobre larvas de terceiro instar e adultos de *Chrysoperla carnea* (Stephens). O presente trabalho foi constituído de dois experimentos. No primeiro, larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea* foram expostos a placas de vidro tratadas com os produtos via aplicação por meio de torre de Potter. Avaliaram-se os efeitos dos produtos na mortalidade, pupação, emergência, fecundidade, viabilidade e razão sexual dos insetos. Para a realização do segundo experimento, plantas de milho foram tratadas via pulverização em casa de vegetação com os inseticidas deltametrina e clorpirifós, sendo que parte dessas plantas após 24 horas da aplicação dos compostos, foi submetida à aplicação de chuva artificial de 2 mm. Depois de 1, 4, 7, 14, 21 e 32 dias da aplicação dos compostos, folhas dessas plantas foram destacadas e colocadas em contato com larvas de terceiro instar de *C. carnea* a fim de avaliar o efeito residual desses inseticidas na mortalidade, pupação, emergência, fecundidade, viabilidade e razão sexual desses insetos. Para o primeiro experimento constatou-se que clorpirifós e deltametrina foram nocivos e moderadamente nocivos, respectivamente a larvas de terceiro instar e nocivos a insetos adultos de *C. carnea*; o inseticida  $\lambda$ -cihalotrina foi levemente nocivo e nocivo a larvas e adultos de *C. carnea*, respectivamente; abamectina e hexitiazox foram levemente nocivos a larvas e adultos de *C. carnea*, enquanto pendimetalina foi inofensivo para larvas de terceiro instar. No segundo experimento, verificou-se que a chuva artificial teve influência no poder residual do inseticida clorpirifós diminuindo sua toxicidade e por isto recomenda-se a liberação de larvas de terceiro instar de *C. carnea* somente a partir dos 14 dias de sua aplicação e aos 32 dias na ausência de chuva. Deltametrina apresentou baixo poder residual para larvas de terceiro instar de *C. carnea* tanto na ausência quanto na aplicação da chuva artificial e foi classificado como de vida curta, podendo ser recomendado em programas de manejo integrado de pragas na cultura do milho na Espanha visando à preservação do predador nessa fase de desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Entomologia agrícola. Pesticidas. Predadores. Controle biológico. Crisopídeos.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of the products deltamethrin (DECIS<sup>®</sup> 1.5% EW, Pyrethroid, 12.45 mg a.i./L), chlorpyrifos (CHAS<sup>®</sup> 48% EC, Organophosphate, 960 mg a.i./L),  $\lambda$ -cyhalothrin (KARATE<sup>®</sup> 10% WG, Pyrethroid, 20 mg a.i./L), abamectin (APACHE<sup>®</sup> 1.8% EC, Avermectin, 18 mg a.i./L), hexythiazox (PERFIL<sup>®</sup> 10% WP, Carboxamide, 75 mg a.i./L) and pendimethalin (PENDALIN<sup>®</sup> 33 % EC, Dinitroaniline, 1.980 mg a.i./L), on third instar larvae and adults of *Chrysoperla carnea* (Stephens). This study consisted of two experiments. The first experiment, third instar larvae and adults of *C. Carnea* were exposed to glass plates treated with the products through application by Potter tower. The effects of the products were evaluated the mortality, pupation, emergence, fecundity, viability and sex rate of the insects. On the second experiment, maize plants were treated through pulverization with the insecticides deltamethrin and chlorpyrifos in a greenhouse and 24 hours after application, some of these plants were submitted to 2mm of artificial rain. After 1, 4, 7, 14, 21 and 32 days the application of the products, leaves of these plants were detached and put in contact with the third instar larvae of *C. carnea* to evaluate the residual effects of these products on the mortality, pupation, emergence, fecundity, viability and sex rate of the insects. On the first experiment, it was observed that chlorpyrifos and daltametrin were respectively harmful and moderately harmful to third instar larvae and harmful to adults of *C. carnea*. The insecticide  $\lambda$ -cihalotrin was slightly harmful and harmful to larvae and adults of *C. carnea* respectively; abamectin e hexythiazox were slightly harmful to larvae and adults of *C. carnea*, while pendimethalin was harmless to the third instar larvae. On the second experiment, it was verified that the artificial rain affected the residual power of the insecticide chlorpyrifos, making it less toxic, therefore, it is recommended the release of third instar larvae of *C. carnea* only after 14 days of its application and after 32 days on the absence of rain. Deltametrin presented low residual power to third instar larvae of *C. carnea* on both, presence and absence of artificial rain and was classified as short live and can be recommended in integrated pest management programs on maize crop in Spain, seeking the preservation of this predator on this phase of development.

**Keywords:** Agricultural entomology. Pesticides. Predators. Biological control. Chrysopidae.

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	13
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
2.1 Importância dos crisopídeos no controle biológico de pragas.....	16
2.2 Aspectos bioecológicos do predador <i>C. carnea</i> .....	18
2.3 Aspectos gerais de seletividade.....	23
2.4 Efeitos de produtos fitossanitários sobre <i>Chrysoperla</i> sp.....	26
2.4.1 Ovos.....	26
2.4.2 Larvas.....	28
2.4.3 Pupas.....	30
2.4.4 Adultos.....	31
2.5 Influência da chuva na degradação de moléculas inseticidas .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>SELETIVIDADE FISIOLÓGICA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIO USADOS NA CULTURA DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.) NA ESPANHA SOBRE LARVA E ADULTOS DE <i>Chrysoperla carnea</i> (STEPHENS, 1836)(NEUROPTERA:CHRYSOPIDAE)</b> .....	48
<b>RESUMO</b> .....	49
<b>ABSTRACT</b> .....	50
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	51
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	52
2.1 Criação dos insetos utilizados nos ensaios.....	52
2.2 Produtos utilizados nos bioensaios.....	53
2.3 Aplicação dos produtos.....	54
2.4 Efeitos dos produtos sobre larvas de terceiro instar de <i>C. carnea</i>	

em laboratório.....	54
<b>2.4.1Efeitos dos compostos sobre fecundidade e viabilidade insetos adultos de <i>C. carnea</i> provenientes de larvas de terceiro instar tratada.</b>	56
<b>2.5 Efeitos dos produtos sobre adultos <i>C. carnea</i> em laboratório.....</b>	57
<b>2.6 Análise dos dados obtidos.....</b>	59
<b>3 RESULTADOS.....</b>	60
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	74
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	86
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	87
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>INFLUÊNCIA DA CHUVA ARTIFICIAL NA PERSISTÊNCIA DE INSETICIDAS UTILIZADOS NA CULTURA DO MILHO (<i>Zea mays</i> L.) NA ESPANHA SOBRE LARVAS DO PREDADOR <i>Chrysoperla carnea</i> (STEPHENS, 1836) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE).....</b>	96
<b>RESUMO.....</b>	97
<b>ABSTRACT.....</b>	98
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	99
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	101
<b>2.1 Insetos utilizados nos ensaios.....</b>	101
<b>2.2 Produtos utilizados nos bioensaios.....</b>	101
<b>2.3 Aplicação dos produtos e identificação das folhas de milho contaminadas.....</b>	102
<b>2.4 Aplicação de chuva artificial e coletas das folhas contaminadas.....</b>	102
<b>2.5 Efeito residual dos produtos fitossanitários sobre larvas de terceiro instar de <i>C. carnea</i>.....</b>	103
<b>2.6 Efeitos dos produtos fitossanitários sobre parâmetros reprodutivos de <i>C. carnea</i> proveniente de larvas de terceiro instar tratadas.....</b>	105

<b>2.7 Análise dos dados obtidos.....</b>	<b>107</b>
<b>2.8 Classificação dos produtos conforme os efeitos residuais, com base nos padrões estabelecidos pela IOBC.....</b>	<b>107</b>
<b>3 RESULTADOS.....</b>	<b>108</b>
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>121</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>

## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os insetos conhecidos como crisopídeos são pertencentes à família Chrysopidae e a ordem Neuroptera. Dentre as espécies da família Chrysopidae, *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) se destaca por apresentar ampla distribuição geográfica e habitats, sendo encontrada na Europa, Ásia e América Latina, onde é comumente criada e comercializada para uso em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) (NORDLUND et al., 2001; TAUBER et al., 2000).

Em levantamentos realizados na Europa, verificou-se que dentre as 56 espécies de crisopídeos encontradas, *C. carnea* foi uma das mais abundantes, demonstrando assim seu alto potencial para utilização em programas de MIP (CANARD et al., 2007).

Na Espanha esse predador tem sido encontrado em vários agroecossistemas, destacando-se a cultura do milho, onde podem ser utilizados como agentes de controle de insetos pragas por meio do controle natural ou liberações inundativas. Albajes; López e Pons. (2003) e De la Poza et al. (2005) estudando a entomofauna de insetos benéficos presente em lavoura com milho Bt na Espanha, verificaram a presença do predador *C. carnea*, demonstrando o potencial desse inimigo natural no controle de pragas dessa cultura em lavouras espanholas.

Os crisopídeos têm-se destacado em programas de controle biológico devido à facilidade de criação e a alta mobilidade de suas larvas, permitindo que as mesmas possam preda uma grande quantidade de presas, como pulgões, moscas-brancas, cochonilhas, ovos e larvas de lepidópteros, ácaros e tripes, além de algumas espécies apresentarem resistência a alguns inseticidas (CARVALHO et al., 2002; NEW, 1975; PRINCIPI; CANARD, 1984).

A utilização do controle biológico na agricultura vem crescendo constantemente em todo mundo, devido à maior conscientização dos agricultores quando da importância da preservação e manutenção dos insetos benéficos. No entanto, a manutenção de *C. carnea* em agroecossistemas pode ser dificultada devido à grande utilização de produtos fitossanitários não seletivos, ou seja, prejudiciais. Segundo Croft (1990), o termo seletividade se refere ao uso de produtos químicos que causam mortalidade de insetos pragas e que não afetam os inimigos naturais ou outras espécies de organismos benéficos.

Para que *C. carnea* possa expressar todo o seu potencial predatório em programas de MIP é necessária a sua compatibilidade com outros métodos de controle, como o químico. Desta forma, torna-se muito importante para a conservação desses inimigos naturais a utilização de produtos seletivos (MEDINA et al., 2001; 2003).

A ocorrência de chuva logo após a aplicação dos produtos fitossanitários no campo pode influenciar na toxicidade dos mesmos sobre os insetos benéficos. Desta forma, trabalhos que visem estudar a influência da chuva na persistência desses compostos, sobre insetos benéficos e de grande importância, tornando-se assim mais um fator a ser integrado nos estudos de seletividades.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade de agroquímicos, recomendados para a cultura do milho na Espanha, sem e com presença de chuva, sobre larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea* em condições de laboratório e casa de vegetação, a fim de gerar informações que possam auxiliar na tomada de decisão no momento da seleção dos produtos fitossanitários a serem aplicados em programas de MIP nessa cultura.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importâncias dos crisopídeos no controle biológico de pragas

Os crisopídeos têm a capacidade predatória tanto na fase larval como na adulta, porém esse hábito é mais expressivo na fase larval para a maioria das espécies, sendo que os adultos alimentam-se geralmente de pólen e ou *honeydew* (CARVALHO; SOUZA, 2000; MORAES; CARVALHO, 1993).

Algumas características dos predadores conhecidos como crisopídeos, como ampla distribuição geográfica, alto potencial reprodutivo, voracidade, capacidade de busca de presas por suas larvas e elevada adaptação ecológica, sendo encontrados em diversos agroecossistemas associados a diferentes pragas, fazem com que os mesmos sejam considerados predadores em potencial (FREITAS; FERNANDES, 1996).

As presas potenciais para os crisopídeos são artrópodes de cutícula fina, facilmente perfuráveis, relativamente pequenos, lentos ou sésseis (NEW, 1975). Desta forma, são capazes de predação grande variedade de presas, como pulgões, cochonilhas, moscas-branca, ovos de pequenas lagartas de lepidópteros, ácaros, pequenas aranhas, entre outras (CANARD; DUELLI, 1984; CARVALHO; SOUZA, 2000; FREITAS; FERNANDES, 1996).

O grande sucesso desses predadores em programas de controle biológico de pragas não está relacionado somente ao seu potencial predatório, mas também à facilidade de criação em larga escala para serem utilizados em liberação inundativa nos agroecossistemas (TULISALO, 1984).

Em estudos de levantamento quantitativo da fauna de crisopídeos no sudoeste da Europa, Canard, Letardi e Thierry (2007) verificaram que dentre 56 espécies encontradas, três foram mais abundantes e dentre essas, *C. carnea* foi a mais encontrada na Espanha.

Na cultura do milho na Espanha os crisopídeos estão presentes e são considerados eficientes predadores, podendo atuar como agentes supressores de insetos pragas tanto em condições naturais quanto em liberações inundativas. De la Poza et al. (2005) estudando o efeito do milho Bt na abundância de artrópodes predadores na Espanha verificaram a presença de *C. carnea* em plantas de milho. Resultados semelhantes também foram encontrados por Albajes, López e Pons (2003) onde avaliaram a fauna de predadores presentes em lavouras de milho no noroeste da Espanha. Verificaram em levantamentos realizados durante um período de cinco anos também a presença de *C. carnea* em plantas de milho, demonstrando que esse inseto está adaptado a essa cultura no país, podendo ser utilizados em programas de controle de pragas nessa cultura.

No Brasil larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) foram encontradas predando lagartas de primeiro instar de *Alabama argillacea* (Hübner, 1823) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodão em condições de campo (GRAVENA; CUNHA, 1991).

Ehler e van den Bosh (1974) relataram que *C. carnea* foi observada predando ovos do noctuídeo *Trichoplusia ni* (Hübner, 1802) em campos de algodoeiro na Califórnia, EUA. As espécies *C. carnea*, *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) e *Chrysoperla sinica* (Tjeder, 1936) foram verificadas controlando *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), mosca-branca e pulgões em algodoeiro em diversos países (FREITAS; FERNANDES, 1996).

Pesquisadores verificaram que em duas liberações, totalizando 730.000 larvas de *C. carnea* por hectare, ocorreu redução da ordem de 96% na população de *Heliothis* spp. na cultura do algodoeiro (RIDGWAY; JONES, 1969). Hagley (1989) observou que a liberação inundativa de aproximadamente 335.000 ovos desse mesmo crisopídeo foi suficiente para o controle do pulgão *Aphis pomi* de Geer, 1773 na cultura da macieira.

Para o controle de *Panonychus citri* (McGregor, 1916) (Acari: Tetranychidae), pesquisadores realizaram liberação de 1.000 ovos de *Chrysopa boninensis* Okamoto, 1914 por planta de citros e constataram que foi suficiente para manter sob controle a população desse ácaro praga (LO et al., 1990). Na cultura do pessegueiro, em locais onde os tratamentos com produtos químicos não foram eficientes, com a liberação de ovos de *C. carnea* conseguiu-se eficiência no controle do ácaro *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) (HAGLEY; MILES, 1987).

Com relação ao potencial de predação de crisopídeos em condições de laboratório, Fonseca, Carvalho e Souza (2001) verificaram que a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  a capacidade de consumo de larvas de primeiro e segundo instares de *C. externa*, alimentadas com *Aphis gossypii* Gbver, 1877, foi em torno de 52,8 e 81,8 pulgões, respectivamente, totalizando, durante a fase larval, aproximadamente 371,2 presas. Ribeiro, Carvalho e Matioli (1991) observaram alta eficiência das larvas de *C. externa* no consumo de ovos de *A. argillacea* e do pulgão *A. gossypii*.

Adams e Penny (1985) relataram que cada larva de crisopídeo em um período de 14 dias consumiu 2.000 pulgões, 3.780 cochonilhas ou 6.487 ovos de cochonilha. Já Nuñez (1988) verificou que uma larva de *C. externa* consumiu aproximadamente 8.000 ovos do piralídeo *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Gelechiidae) durante o seu desenvolvimento em condições de laboratório.

## **2.2 Aspectos bioecológicos do predador *C. carnea***

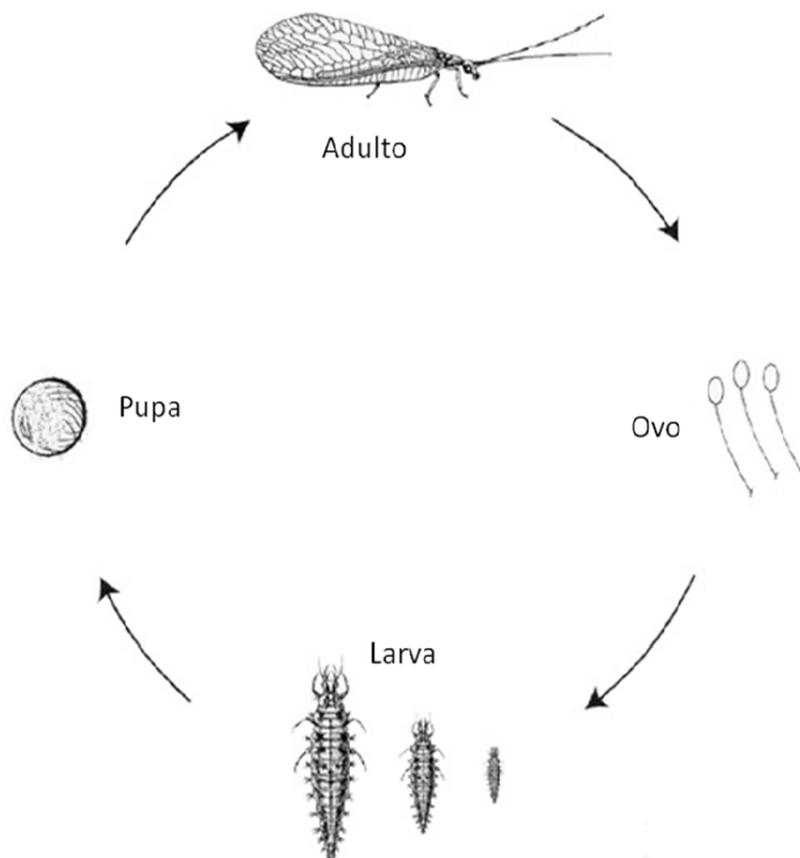
*Chrysoperla carnea* é um inseto pertencente à família Chrysopidae e é a maior família da ordem Neuroptera. São insetos que se caracterizam por apresentarem coloração esverdeada, com corpo delicado, asas membranosas reticuladas, pernas ambulatórias normais e antenas filiformes. A posição da

cabeça é do tipo hipognata livre com aparelho bucal do tipo mastigador. Possuem o hábito de durante o dia permanecerem na parte inferior das folhas e a noite são mais vistos, sobre superfícies perto de pontos luminosos (BROOKS; BARNARD, 1990; CANARD; PRINCIPI, 1984).

Os crisopídeos são insetos de desenvolvimento holometabólico, passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1), ou seja, possuem metamorfose completa, no qual o adulto difere totalmente em forma, aparência e hábito alimentar da forma larval, que confere grande vantagem evolucionária, tendo em vista que larvas e adultos exploram diferentes habitats (FREITAS, 2002).

Os ovos de crisopídeos geralmente são elípticos e têm comprimento que pode variar entre 0,7 e 2,3 mm. São colocados na extremidade de um pedicelo cujo tamanho pode variar entre 2 e 26 mm. O córion é esculpado e apresenta micrópila na extremidade (CHAPMAN, 1982; GEPP, 1984). A coloração pode variar de amarelo ao verde-azulado quando ovipositados, mas escurece à medida que o embrião se desenvolve (FREITAS, 2002).

Uma fêmea de crisopídeo pode ovipositar durante sua vida entre 700 a 1.000 ovos durante 63 e 64 dias, respectivamente (HENRY; BUSHER, 1987).



**Figura 1.** Estágios de desenvolvimento de insetos da família Chrysopidae. Traduzido e Retirado de: <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/FIG/neh-f8-13.html>.

Sengudo Kuznetsova (1969) a duração da fase embrionária dos crisopídeos parece estar diretamente relacionada à variação de temperatura. Outros trabalhos afirmaram que a duração de cada fase do inseto, assim como suas características reprodutivas e predatórias, podem variar ou sofrer alterações em função do tipo de alimento fornecido e também dos fatores

climáticos como temperatura e umidade relativa (BEZERRA et al., 2006; BOREGAS; CARVALHO; SOUZA, 2003; FIGUEIRA; CARVALHO; SOUZA, 2002; MAIA et al., 2004).

Mannan, Varma e Barak (1997) estudaram a biologia de *C. carnea* quando alimentados com *A. gossypii* e *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e verificaram que o período de ovo até a eclosão das larvas foram de 2,25 e 3,68 dias, respectivamente.

Ribeiro (1998) verificou que os ovos de *C. externa*, levaram 3,3 e 4,3 dias para dar origem a larvas quando estes estiveram em ambiente com temperatura de 25 e 30°C, respectivamente. Estudando a viabilidade dos ovos em relação à temperatura, Sundby (1967) observou que quando os ovos de *C. carnea* foram mantidos à temperatura de 21 e 16°C, a maior viabilidade foi verificada na temperatura de 21°C.

Sattar, Abro e Yed (2011) avaliando a biologia de *C. carnea* quando alimentados com diferentes hospedeiros em condições de laboratório sob temperatura de  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $65 \pm 5\%$  UR, observaram que o período de ovo até a emergência da larva de foi influenciado pelo tipo de alimento fornecido, apresentando médias de 2,25; 2,28; 2,36; 3,85; 2,25 e 2,80 dias quando os insetos foram alimentados com *A. gossypii*, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 1898 (Hemiptera: Pseudococcidae), *S. cerealella*, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae), *Pectinophora gossypiella* Saunders, 1843 (Lepidoptera: Gelechiidae) e dieta mista (contendo ovos dos cinco hospedeiros citados acima), respectivamente.

As larvas de crisopídeos são do tipo campodeiforme, tem o corpo fusiforme e as pernas ambulatórias bem desenvolvidas, o que lhes conferem movimentos rápidos e grande capacidade de procurar alimentos. O tórax e o abdome, cujo padrão de coloração e manchas varia de acordo com a espécie,

possuem tubérculos com cerdas que também apresentam diferenças de tamanho, número e distribuição em função da espécie. Sua cabeça é prognata e fortemente quitinizada, o aparelho bucal é composto de fortes maxilas bem desenvolvidas (FREITAS, 2002; GEPP, 1984).

As larvas de *C. carnea* estão no grupo daquelas que não são carregadoras de lixo, já que apresentam cerdas curtas e lisas; passam por três estádios larvais bem definidos (TAUBER, 1974; SMITH, 1922). Mannan, Varma e Barak (1997) avaliando a duração dos três instares de *C. carnea* alimentados com *A. gossypii* e *M. persicae* observaram que a duração para cada instar foi de 2,60; 2,25; 2,38 e 3,75; 2,78 e 3,35 dias quando criados em *A. gossypii* e *M. persicae*, respectivamente.

Geethalakshmi et al. (2000) estudaram a biologia de *C. carnea* quando alimentados com ovos de *Corcyra cephalonica* (Stainton, 1866) (Lepidoptera: Pyralidae) e verificaram que o período larval foi de 10,3 dias.

No final do terceiro instar, a larva de crisopídeo tece um casulo esférico, onde permanece no estágio de pupa. Esse casulo é formado por fios de seda produzidos nos tubos de Malpighi e excretados pelo ânus (SMITH, 1922). O tempo de permanência nesse estágio é variável e está muito relacionado à espécie e as condições ambientais, como temperatura, umidade e disponibilidade de alimento.

Soares, Macedo e Da Costa (2003) avaliando a biologia de *C. externa* alimentadas com ovos de *S. cerealella*, descreveram que a fase de pupa inicia-se com o aparecimento de um disco preto na extremidade do casulo e constataram que a duração dessa fase foi de 6,83 dias quando submetidas à temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  UR e fotofase de 12 horas. Para a espécie *C. carnea*, Mannan, Varma e Barak (1997) verificaram que quando as larvas foram alimentadas com *A. gossypii* e *M. persicae*, tiveram o período pupal de 9,43 e 11,40 dias, respectivamente.

Depois de certo tempo das larvas terem pupado, a pupa se transforma em pupa móvel ou adulto farato, sendo essa considerada a fase mais afetada pelos fatores biótico e abióticos, que ao rompe o casulo e se fixa em um substrado onde passa pela última ecdise, surgindo então o adulto (PRINCIPI; CANARD, 1984).

O alimento também desempenha um importante papel na longevidade e reprodução de insetos adultos de crisopídeos, por exemplo, McEwen e Kidd (1995) em experimentos de laboratório, verificaram que insetos que receberam apenas solução de açúcar viveram significativamente mais tempo que aqueles que foram alimentados com dieta que continha açúcar e levedura, sendo a maior reprodução verificada quando os insetos foram alimentados com açúcar e levedura.

A relação de machos e fêmeas de crisopídeos é uma característica fundamental para o sucesso de programas de controle biológico e o alimento pode ser determinante nesse sentido. Lira e Batista (2006) avaliando a biologia da espécie *C. externa* alimentada com ovos de *S. cerealella*, pulgões de primeiro e segundo instares, pulgões de terceiro e quarto estádios e pulgões de diferentes instares, verificaram que o número de insetos fêmeas sempre foi igual ou superior ao de insetos machos.

### **2.3 Aspectos gerais de seletividade**

No controle de pragas são desenvolvidos sistemas de MIP fundamentados em medidas que visam manter suas populações abaixo do nível de dano econômico com maximização do rendimento das culturas (GRAVENA, 1992). Porém, para que se consiga proteger inimigos naturais e obter sucesso com a implementação de programas de MIP, faz-se necessário o uso de produtos fitossanitários que sejam eficientes contra as pragas, mas que não afetem as

espécies benéficas. Por este fato, tais produtos são chamados de seletivos (DEGRANDE; GOMEZ, 1990; GRAVENA; LARA, 1976; PREE; ARCHIBALD; MORRISON, 1989).

De acordo com Degrande e Gomez (1990) a seletividade de inseticidas a organismos benéficos permite a compatibilização dos controles químico e biológico. Desta forma, para que os objetivos do MIP sejam alcançados, inseticidas e acaricidas seletivos, bem como herbicidas, fungicidas entre outros produtos químicos e biológicos inofensivos aos inimigos naturais devem ser preferidos.

Gazzoni (1994) relatou que a seletividade é a capacidade de alguns produtos em controlar certas pragas causando o mínimo efeito possível sobre outros componentes do ecossistema.

Segundo Pedigo (1989) os inseticidas podem apresentar dois tipos de seletividade: a fisiológica e a ecológica. Graham-Bryce (1987) considerou que a seletividade de um composto a determinado organismo pode ser alcançada fazendo com que a maior proporção do produto aplicado atinja a praga e não alcance o organismo não alvo, o que consiste no termo "seletividade ecológica".

A seletividade ecológica é alcançada em função das diferenças de comportamento ou de outros fatores ecológicos entre a praga e os insetos benéficos. Já a seletividade fisiológica é inerente ao produto, matando a praga e não afetando os inimigos naturais, em função das diferenças fisiológicas entre eles (RIPPER; GREENSLADE; HARTLEY, 1951).

As bases químicas da seletividade fisiológica foram discutidas por Graham-Bryce (1987) e encontram-se em um ou mais dos seguintes processos biológicos: penetração, metabolismo e sensibilidade no sítio de ação. O mesmo autor considerou as aplicações tópicas, exposições a superfícies tratadas, imersões em soluções ou suspensões tóxicas, pulverizações diretas, exposições a

vapores e testes de alimentação como métodos para avaliar a seletividade de produtos químicos a inimigos naturais.

Em vários países os testes de seletividade tornaram-se obrigatórios, o que exigiu a utilização de métodos aprovados internacionalmente. Visando então a padronização dos métodos utilizados para a avaliação da seletividade fisiológica de produtos fitossanitários a organismos benéficos foi criado o grupo “Working Group Pesticides and Arthropods of The International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), West Palaearctic Regional Section (WPRS)” que vem desenvolvendo uma série de procedimentos, dentre eles, testes de laboratório, semicampo e campo. Isso permite o intercâmbio de resultados entre países, economizando recursos utilizados nas repetições dos testes (HASSAN, 1997; HASSAN et al., 1987; 1994).

Os parâmetros avaliados são efeitos diretos em curto prazo como porcentagem de mortalidade e os possíveis efeitos subletais, como capacidade de parasitismo para os insetos conhecidos como parasitoides e redução na capacidade de oviposição e viabilidade para os insetos predadores. Os valores obtidos nesses parâmetros avaliados são comparados com os valores obtidos do tratamento controle, e em função da redução ocasionada pela aplicação dos produtos esses são enquadrados em categorias estabelecidas segundo sua toxicidade para o inimigo natural, que podem variar de classe 1 até a classe 4 (Tabela 1) (HASSAN, 1994).

**Tabela 1.** Classificação dos produtos fitossanitários segundo o efeito sobre os organismos benéficos para ensaios de laboratório e casa de vegetação (HASSAN, 1994).

Redução na Reprodução ou Mortalidade			
Laboratório	Casa de vegetação	Categoria (IOBC)	Efeito
<30%	<25%	1	Inócuo
30-79%	25-50%	2	Ligeiramente tóxico
80-99%	51-75%	3	Moderadamente tóxico
>99%	>75%	4	Tóxico

Segundo as diretrizes propostas pela IOBC se o produto em estudo for enquadrado nas categorias 3 e 4 para o inimigo natural em estudo em condições de laboratório, o próximo passo será a realização de ensaios em condições de casa de vegetação. Ainda permanecendo tóxico ao inseto em estudo em condições de semicampo deve-se passar para os ensaios em condições de campo (HASSAN et al., 1985, HASSAN, 1994; SAMSOE-PETERSEN, 1990).

## 2.4 Efeitos de produtos fitossanitários sobre *Chrysoperla* spp.

### 2.4.1 Ovos

Giolo et al. (2009) estudaram os efeitos de produtos comumente usados em pomares de pessegueiro no Brasil e na Espanha, para o controle de insetos pragas, sobre crisopídeos. Constataram que os inseticidas Decis<sup>®</sup> 25 CE (25% deltametrina, concentrado emulsionável, Bayer, Madrid, Espanha); Dipterex<sup>®</sup> 500 SL (triclorfom 50%, líquido solúvel, Bayer, Madrid, Espanha); Intrepid<sup>®</sup> 240 SC (metoxifenoazida 24%, suspensão concentrada, DowAgrosciences, Madrid, Espanha); Imidan<sup>®</sup> WP 500 (fosmete 50%, pó molhável, Zeneca,

Madrid, Espanha) e Vertimec<sup>®</sup> 18 CE (abamectina 1,8%, concentrado emulsionável, Syngenta, Madrid, Espanha), quando preparados em suas maiores dosagens conforme recomendações de campo, não causaram efeito negativos ao serem aplicados em ovos e pupas de *C. carnea*.

Gandhi et al. (2005) estudando a toxicidade dos inseticidas óleo de neem, imidacloprid, quinalfos e endosulfan para ovos de *C. carnea*, constataram que os produtos causaram redução de 17,40%; 54,80%; 51,68% e 42,85%, respectivamente, na eclosão das larvas quando comparados ao tratamento testemunha.

Em testes realizados em laboratório por Mattioli, Carvalho e Salgado (1992), verificaram que os produtos diflubenzuron e flufenoxuron não afetaram negativamente a viabilidade de ovos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae); já quando esses ovos foram expostos aos produtos à base de piretroide, cyflumetrina e deltametrina, apresentaram redução de 16,0% e 18,9%, respectivamente na eclosão de larvas.

Carvalho et al. (2002) avaliando a seletividade de inseticidas para *C. externa* verificaram que dentre os produtos testados, os inseticidas esfvalerate e triflumurom causaram aumento de cerca de 1,6% do período embrionário em comparação com a média obtida no tratamento testemunha. Mattioli, Carvalho e Salgado (1992) estudando o efeito de inseticidas sobre *C. cubana*, verificaram também um prolongamento do período embrionário em torno de 0,7 e 1,0 dia respectivamente, quando ovos desse inseto foram tratados com os inseticidas piretroides, alfacipermitrina e ciflutrina.

O efeito inócuo de buprofezin, ciromazina e piriproxifen sobre ovos de *C. externa* foi constatado por Velloso, Rigitano e Carvalho (1997), os quais evidenciaram que pulverizações desses produtos diretamente sobre ovos desse predador não prejudicaram a eclosão das larvas.

Avaliando os efeitos dos compostos abamectim, carbaril, fenitrotiom, metidatiom, enxofre e triclorfom sobre ovos de duas populações de *C. externa*, coletadas em pomares comerciais de macieira localizados nos municípios de Bento Gonçalves e Vacaria, Rio Grande do Sul, Moura et al. (2009) verificaram que nenhum dos produtos avaliados causaram redução na viabilidade de ovos tratados. Já em relação ao efeito dos compostos sobre a duração do período embrionário, o fungicida enxofre e o inseticida fenitrotiom causaram prolongamento do período, enquanto triclorfom, carbaril e abamectim provocaram redução dessa característica biológica para os crisopídeos de ambas as populações; o produto metidatiom mostrou-se inócuo.

Em pesquisas de laboratório, Moraes e Carvalho (1993) verificaram que o piretroide fenpropatrina não apresentou ação ovicida para *C. cubana*.

#### **2.4.2 Larvas**

Segundo alguns autores, as larvas de *C. carnea* apresentam um elevado nível de tolerância aos produtos do grupo químico dos piretroides, principalmente pela sua capacidade de desintoxicação devido à alta atividade da enzima esterase, seguido da baixa capacidade de penetração cuticular e relativa insensibilidade do sítio alvo (BROWN; CASIDA 1984; ISHAAYA; CASIDA 1985; PREE; ARCHIBALD; MORRISON, 1989).

Hassan et al. (1994) verificaram que diflubenzuron e metamidofós foram nocivos para larvas e adultos de *C. carnea* em pesquisas de laboratório e semi-campo. No entanto, diflubenzuron, quando testado em condições de campo, foi classificado como moderadamente nocivo.

Ao avaliarem os efeitos do inseticida flufenoxuron para larvas de *C. carnea*, Sterk et al. (1999) concluíram que esse produto foi nocivo em condições de semi-campo e moderadamente nocivo em nível de campo.

Preetha et al. (2009) estudando a toxicidade de imidacloprid e diafenthiuron para *C. carnea*, em condições de laboratório, verificaram que os produtos imidacloprid 0,56 mL/L e diafenthiuron 3,2 g/L nas maiores dosagens recomendadas pelos fabricantes, mataram cerca de 60 e 40% das larvas, respectivamente.

Os efeitos de produtos fitossanitários utilizados em pomares de pêssego sobre *C. carnea* foram avaliados por Giolo et al. (2009), os quais verificaram que dentre os produtos testados, dimetoado foi o que causou maior mortalidade de larvas (94,3%).

Matiolli, Carvalho e Salgado (1992) observaram elevada mortalidade de larvas de primeiro instar de *C. cubana* quando em contato com os inseticidas diflubenzuron e flufenoxuron.

Ferreira et al. (1993) ao testarem o efeito de alguns inseticidas sobre larvas de *C. cubana*, constataram que aquelas sobreviventes aos piretroides fenpropratrina e bifentrina mostraram relativa capacidade de desintoxicação, exibindo inicialmente um efeito de choque aos compostos; entretanto, recuperaram-se logo em seguida, o que justifica a classificação desses compostos como levemente nocivo.

Moraes e Carvalho (1993) constataram efeito deletério da fenpropratrina ao observarem em experimento a mortalidade de 100% das larvas de primeiro instar de *C. cubana* quando exposto ao produto.

Free e Hagley (1985) observaram alta mortalidade de larvas de *Chrysopa oculata* Say, 1839 (Neuroptera: Chrysopidae) quando submetidas a testes com sete diferentes inseticidas piretroides. Carvalho et al. (2002) verificaram que os produtos endosulfan, fenpropratrina e triclorfon foram mais tóxicos para o primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa* e triflumuron foi o menos tóxico para larvas nos três instares tratados.

Ao estudarem os efeitos de inseticidas usados na cultura da macieira sobre duas populações de *C. externa*, Ferreira et al. (2006) constataram que os produtos clorpirifós e fosmet foram muito tóxicos a esse inseto, com médias de 0,0% e 22,5%, respectivamente de sobrevivência. Os produtos metoxifenoze, tebufenoze, benzoato de emamectina, spinosad e etofenprox causaram 92,5%; 80,0%; 95,0%; 85,0% e 72,0%, respectivamente de sobrevivência das larvas tratadas.

Os produtos malation e permetrina quando aplicados sobre larvas de primeiro instar de *C. externa* e de *C. cubana* causaram 100,0% de mortalidade de larvas de ambas as espécies do predador em menos de 100 horas após a exposição aos produtos (CORDEIRO et al., 2010).

Moura, Carvalho e Botton (2012) observaram que triclorfon, carbaril, fenitroton e metidation, utilizados em sistema de produção integrada da maçã, causaram 100% de mortalidade das larvas de primeiro instar de *C. externa* de ambas as populações estudadas. Trabalhos semelhantes foram realizados por Carvalho et al. (2002) e Silva et al. (2005) que também confirmaram a alta toxicidade dos organofosforados triclorfon e clorpirifós para larvas de primeiro instar de *C. externa* com taxas de mortalidade de 97,7% e 100,0%, respectivamente.

### **2.4.3 Pupas**

Os efeitos dos produtos Decis<sup>®</sup> 25 EC, Dipterex<sup>®</sup> 500 SL, Intrepid<sup>®</sup> 240 SC, Imidan<sup>®</sup> 500 WP e Vertimec<sup>®</sup> 18 EC sobre pupas de *C. carnea* foram estudados por Giolo et al. (2009). Constataram que esses compostos não causaram efeitos negativos, permitindo a emergência dos insetos adultos. Ao avaliarem efeitos na reprodução, observaram que todos os compostos se mostraram inócuos em relação à fecundidade.

Estudos realizados por Carvalho et al. (1994) demonstraram que diflubenzuron, triflumuron e flufenoxuron mostraram-se tóxicos às pupas de *C. cubana*, impedindo que houvesse a emergência dos adultos.

Avaliando a seletividade de produtos utilizados na cultura de citros para pupas de *C. externa*, Godoy et al. (2004) observaram que abamectina, lufenuron, óxido de fenbutatina, tebufenozide, tiaclopride e deltametrina não causaram mortalidade significativa às pupas, variando de 0,0% a 3,3% de mortalidade.

A ação de produtos fitossanitários, utilizados em cafeeiro, sobre pupas de *C. externa* foi avaliada por Silva et al. (2006), os quais verificaram que os produtos comerciais Thiodan<sup>®</sup> 350 CE, Lorsban<sup>®</sup> 480 CE, Turbo<sup>®</sup> 50 CE, Kumulus<sup>®</sup> 800 PM, Peropal<sup>®</sup> 250 PM e Cuprogarb<sup>®</sup> 500 PM não afetaram a duração da fase de pupa desse predador, entretanto, em relação à sobrevivência das pupas, apenas Lorsban<sup>®</sup> 480 CE reduziu essa característica biológica quando comparado com o tratamento controle. Dados semelhantes referentes ao produto Thiodan<sup>®</sup> 35 CE foram encontrados por Ulhôa et al. (2002), que também constataram que esse produto não causou efeito na duração da fase de pupas de *C. externa*.

#### **2.4.4 Adultos**

Grafton-Cardwell e Hoy (1985) em condições de laboratório observaram que adultos de *C. carnea* foram tolerantes aos piretroides esfenvalerato e permetrina e altamente susceptíveis aos organofosforados avaliados.

O efeito de três inseticidas reguladores de crescimento quando aplicados de forma tópica no pronoto de macho e fêmeas de *C. carnea* de duas faixas etárias: 24 horas (pré-oviposição) e 8 dias de idade (pós-oviposição), foi avaliado por Medina et al. (2002). Constataram que os produtos diflubenzuron,

pyriproxyfen e tebufenozide não causaram efeito na mortalidade dos insetos; no entanto, diflubenzuron, quando aplicado em sua maior dosagem recomendada em campo, causou inibição total no nascimento de larvas devido à morte do embrião, em contraste, os produtos pyriproxifen e tebufenozide não afetaram a fecundidade e viabilidade dos ovos.

Medina et al. (2003) estudando o efeito dos inseticidas Juvinal<sup>®</sup> 10%, Tracer<sup>®</sup> 48% e Mimic<sup>®</sup> 24% sobre a sobrevivência e reprodução de adultos de *C. carnea* usando dois métodos de exposição: contato direto e ingestão, verificaram que Juvinal<sup>®</sup> 10% e Mimic<sup>®</sup> 24% apresentaram-se inofensivos para a sobrevivência de adultos, ao passo que Tracer<sup>®</sup> 48% 72 horas após a sua aplicação reduziu o número de adultos entorno de 39,8% e 87,2% para o tratamento tópico e ingestão, respectivamente. No que diz respeito à viabilidade, Juvinal<sup>®</sup> 10% teve efeito negativo sobre a eclosão quando os ovos foram depositados por fêmeas tratadas por ingestão durante o período de pós-oviposição.

Preetha et al. (2009) observaram que adultos de *C. carnea* quando alimentados com dieta contendo metil dimeton na dosagem 1mL/L e monocrotrofós na dosagem de 2 mL/L causaram 63,3% e 60,0%, respectivamente de mortalidade dos insetos às 48 horas após os mesmos terem consumido a dieta.

Quando adultos de *C. carnea* foram expostos a fosmete, tricolorfom e dimetoato, registraram-se taxas de mortalidade de 91,4%; 61,3% e 100,0%; entretanto, nenhum efeito deletério foi detectado na fecundidade e viabilidade do predador (GIOLO et al., 2009).

Ulhôa et al. (2002) constataram mortalidade de 100% quando os adultos de *C. externa* foram tratados com os inseticidas Thiodan<sup>®</sup> 35 CE, Sumidan<sup>®</sup> 25 SC e Danimen<sup>®</sup> 300 CE, sendo esses inseticidas enquadrados na classe 4 (prejudicial) (Tabela 4). O produto Dipterex<sup>®</sup> 500 CE causou 60% de

mortalidade, sendo enquadrado na classe 2 (levemente nocivo) de toxicidade conforme categorias estabelecidas pela IOBC; enquanto que produto regulador de crescimento de insetos Alsystin<sup>®</sup> 250 PM não causou efeito na mortalidade, sendo classificado como inócuo a esse predador.

Os produtos tiaclopride e deltametrina, quando aplicados sobre adultos de *C. externa*, foram capazes de ocasionar 95,0% e 100,0% de mortalidade, respectivamente, diferindo-se significativamente dos demais produtos estudados, enquanto que os produtos abamectina, lufenurum, óxido de fenbutatina e tebufenozide não causaram efeito na mortalidade desse predador (GODOY et al., 2004).

Godoy et al. (2010) verificaram que o inseticida tiametoxam quando aplicado sobre adultos de *C. externa* e *C. cubana*, causou 100,0% de mortalidade dos insetos aos 4 e 1 dias, respectivamente, após os mesmos terem sido submetidos à aplicação desse composto.

## **2.5 Influência da chuva na degradação de moléculas inseticidas**

As características físico-químicas intrínsecas, bem como a quantidade de produto que se adere à folha vegetal durante a sua pulverização, podem conferir maior permanência do composto no ambiente após a ação de intempéries. Dentre essas intempéries, as precipitações pluviais frequentes podem lavar a substância ativa dos produtos antes que ocorra sua absorção pelas folhas ou o contato com insetos pragas, tornando-se assim ineficientes no controle desses organismos (RICH, 1954).

A degradação e eficiência dos inseticidas no ambiente podem variar entre os compostos em função de fatores como: temperatura, luz e metabolismo das plantas (BASKARAN; KOOKAN; NAIDU, 1999; BERTRAND;

BARCELÓ, 1991; BURROWS et al., 2002, SINDERHAUF; SCHWACK, 2003).

Wise et al. (2006) verificaram que quando inseticidas do grupo dos organofosforados foram aplicados em fruteiras permaneceram na superfície do fruto e da folhagem, enquanto compostos neonicotinoides conseguiram penetrar nos tecidos vegetais e com isto apresentaram atividade residual mais prolongada.

Estudando a persistência do produto clorpirifós quando aplicado em uma plantação de cranberry, Putnam, Nelson e Clark (2003) verificaram que esse composto foi detectado em frutos na colheita 62 dias após sua aplicação.

Avaliando o efeito da chuva sobre os inseticidas malation e permetrina quando aplicados juntamente com óleo em folhas de algodão, Willis et al. (1992) verificaram que com o tempo, os inseticidas ficam mais resistentes à ação da chuva sendo que a maior parte dos produtos lixiviados, ocorreu quando a chuva foi aplicada pouco tempo após pulverização dos produtos. Foi verificado também que a presença do óleo como adjuvante aparentemente não influenciou a resistência desses produtos à chuva.

McDowel et al. (1984) estudaram a influência da chuva na quantidade dos inseticidas metilparation e phenylphosphonothioate que eram lixiviados das plantas de algodão para o solo. Utilizando um simulador de chuva para aplicar a chuva nas quantidades de 11; 26; 52 e 111 mm/h, duas horas após aplicação dos produtos, verificaram que  $88\pm 32\%$  do metilparation e  $62\pm 18\%$  do phenylphosphonothioate aplicados nas plantas de algodão, foram lixiviados. Além disso, no presente estudo os mesmos verificaram uma correlação positiva entre o aumento da chuva e a quantidade de produto retirado das plantas.

Trabalho realizado por Leonard e Nowlin (1980) também correlacionou à quantidade de inseticida perdido quando sua aplicação é prosseguida de chuva e verificaram que 5 a 10% dos inseticidas organoclorados, e de 60 a 70% dos outros inseticidas são lavados das plantas pela chuva.

Hulbert et al. (2011) estudando a toxicidade relativa, resistência à chuva e a degradação em nível de campo e ao longo do tempo de cinco inseticidas sobre adultos do besouro da uva *Popillia japonica* Newman 1841 (Coleoptera: Scarabaeidae), verificaram que a eficácia de fosmete diminuiu por causa da chuva, mas não por causa do tempo que permaneceu no campo. A eficácia do carbaril diminuiu por causa da chuva e envelhecimento campo. A eficácia de bifentrina e tiametoxam não foi afetada pela chuva, mas diminuiu por causa do tempo que permaneceu no campo. A eficácia de indoxacarbe não foi afetada pela chuva ou pelo tempo que permaneceu no campo.

Vários trabalhos na literatura avaliaram o período residual dos produtos em presença de chuva e os efeitos de seus resíduos sobre doenças e pragas, contudo, no que se refere ao efeito sobre os inimigos naturais nenhum trabalho foi encontrado, mostrando assim a grande necessidade de estudos nessa linha de pesquisa no intuito de fornecer ao produtor mais uma informação de grande relevância para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura do milho.

**REFERÊNCIAS**

ADAMS, P. A.; PENNY, N. D. Neuroptera of the amazon basin: Part IIa. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, Amazônia, v. 15, n. 3-4, p. 413-479, July/Dec. 1985.

ALBAJES, R.; LÓPEZ, C.; PONS, X. Predatory fauna in cornfields and response to imidacloprid seed treatment. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 96, n. 6, p. 1.805-1.813, Dec. 2003.

BASKARAN, S.; KOOKANA, R. S.; NAIDU, R. Degradation of bifenthrin, chlorpyrifos and imidacloprid in soil and bedding materials at termiticidal application rates. **Pesticide Science**, Oxford, v. 55, n. 12, p. 1.222-1.228, 1999.

BERTRAND, N.; BARCELÓ, D. Photodegradation of the carbamate pesticides aldicarb, carbaryl and carbofuran in water. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 254, p. 235-244, Nov. 1991.

BEZERRA, G. C. D. et al. Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 603-610, jul./ago. 2006.

BOREGAS, K. G. B.; CARVALHO, F. C.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 7-16, jan./fev. 2003.

BURROWS, H. D. et al. Reaction pathways and mechanisms of photodegradation of pesticides. **Journal Photochemistry and Photobiology Biology**, Lausanne, v. 67, p. 71-108, June 2002.

BROOKS, S. J.; BARNARD, P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera, Chrysopidae). **Bulletin British Museum Natural History**, London, v. 59, n. 2, p. 117-286, 1990.

BROWN, M. A.; CASIDA, J. E. Influence of pyrethroid ester, oxime ether, and other central linkages on insecticidal activity, hydrolytic detoxification, and physicochemical parameters. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 22, n. 1, p. 78-85, Aug. 1984.

CANARD, M.; DUELLI, P. Predators behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk, 1984. p. 92-99.

CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M.; SEMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (eds.). **Biology of Chrysopidae**. Hague: W. Junk, p. 57-75, 1984.

CANARD, M.; LETARDI, A.; THIERRY, D. The rare Chrysopidae (Neuroptera) of southwestern Europe. **Acta Oecologica**, Paris, v. 31, p. 290-298, May/June 2007.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. cap. 6, p. 91-109.

CARVALHO, G. A. et al. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 615-621, out./dez. 2002.

CARVALHO, G. A. et al. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento de insetos à *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 23, n. 3, p. 431-434, dez. 1994.

CHAPMAN, R. F. **The insects, structure and function**. Cambridge: Harvard University Press, 1982. 919 p.

CORDEIRO, E. M. G. et al. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, Oxford, v. 81, p. 1.352-1.357, Dec. 2010.

CROFT, B. A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723 p.

DE LA POZA, M. et al. Impact of farm-scale Bt maize on abundance of predatory arthropods in Spain. **Crop Protection**, Guildford, v. 24, n. 7, p. 677-684, Dec. 2005.

DEGRANDE, P. E.; GOMES, D. R. S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agrotécnica Ciba-Geigy**, São Paulo, n. 7, p. 8-13, 1990.

EHLER, L. E.; van den BOSCH, R. An analysis of the natural biological control of *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) on cotton in California. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 106, p. 1.067-1.073, 1974.

FERREIRA, A. J. et al. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas espécies de *C. externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, mar./abr. 2006.

FERREIRA, M. N. et al. O. Seletividade de acaricidas para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 17, n. , p. 71-77, mar./abr. 1993.

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* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1.439-1.450, dez. 2002. Edição especial.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, mar./abr. 2001.

FREE, D. J.; HAGLEY, E. A. C. Toxicity of pesticides to *Chrysopa oculata* Say (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 1, p. 129-132, Feb. 1985.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P. et al. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. Barueri: Manole, 2002. p. 209-224.

FREITAS, S.; FERNANDES, O. A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 1996, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Conferências e Palestras, 1996. p. 283-287.

GANDHI, P. I. et al. Keun-Yook; SA, T. Laboratory evaluation of relative toxicities of some insecticides against *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, Suwon, v. 8, n. 4, p. 381-386, Dec. 2005.

GAZZONI, D. L. Pesquisa em seletividade de inseticidas no Brasil: uma abordagem conceitual e metodológica. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 1994, Gramado. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA, CPACT, 1994. p. 119-124.

GEETHALAKSHMI, L. et al. Chrysopids biology on *Corcyra cephalonica* and feeding potential on different host insects. **Annals of Plant Protection Sciences**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 132-135, 2000.

GEPP, J. Morphology and anatomy of the preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p. 9-19.

GIOLO, F. P. et al. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. **BioControl**, Dordrecht, v. 54, n. 5, p. 626-635, Oct. 2009.

GODOY, M. S. et al. 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, maio/jun. 2004.

GODOY, M. S. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 11, p. 1.253-1.258, Nov. 2010.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; HOY, M. A. Short-term effects of permethrin and fenvalerate on oviposition by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 955-959, Aug. 1985.

GRAHAM-BRYCE, I. J. Chemical methods. In: BURN, A. J.; COAKER, T. H.; JEPSON, P. C. (Ed.). **Integrated pest management**. London: Academic, 1987. p. 113-159.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, p. 281-299, 1992. Edição especial.

GRAVENA, S.; CUNHA, H. P. Predation of cotton leafworm first instar larvae, *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae). **Entomophaga**, Paris, v. 36, n. 4, p. 481-491, Apr. 1991.

GRAVENA, S.; LARA, F. M. Efeito de alguns inseticidas sobre predadores entomófagos em citros. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 39-42, Apr. 1976.

HAGLEY, E. A. C. Release of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) for control of the green apple aphid, *Aphis pomi* de Geer (Hemiptera: Aphididae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 121, n. 4/5, p. 309-314, 1989.

HAGLEY, E. A. C.; MILES, N. Release of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on peach grow in a protected environment structure. **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 119, n. 2, p. 205-206, 1987.

HASSAN, S. A. Activities of the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 17, n. 10, p. 1-5, 1994.

HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-234.

HASSAN, S. A. et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS–Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, Paris, v. 39, n. 1, p. 107-119, 1994.

HASSAN, S. A. et al. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS–Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Journal of Applied Entomology**, Hamburg, v. 103, p. 92-107, Jan./Dec. 1987.

HASSAN, S. A. et al. Standard methods to test the side effects of pesticides on natural enemies of insects and mites. **EPP0 Bulletin**, Paris, v. 15, p. 214-255, 1985.

HENRY, C. S.; BUSHER, C. Patterns of mating and fecundity in several common green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of eastern North America. **Psyche**, Cambridge, v. 94, p. 219-244, 1987.

HULBERT, D. et al. Rainfastness and residual activity of insecticides to control japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Grapes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 104, n. 5, p. 1.656-1.664, Oct. 2011.

ISHAAYA, I.; CASIDA, J. E. Pyrethroid esterase may contribute to natural pyrethroid tolerance of larvae of the green lacewing. **Environmental Entomology**, Maryland, v. 10, n. 5, p. 681-683, 1985.

KUZNETSOVA, Y. I. The effects of temperature and humidity of the air on *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). **Zoologicheskyy Zhurnal**, Moskva, v. 49, p. 1.349-1.357, 1969.

LEONARD, R. A.; NOWLIN, J. D. The pesticide submodel. In: KNISEL, W. G. (ed.). **CREAMS**: A field scale model for chemicals runoff and erosion from agricultural management systems. [S.l.]: USDA, 1980. p. 88-112. (Conservation Research Report, n. 26).

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

LO, K. C. et al. Use of predators to control spider mites (Acari: Tetranychidae) in the Republic of China on Taiwan. In: MACHIDA, O.; KIRITANI, K.; BAY-PETERSEN, J. (Ed.). **The use of natural enemies to control agricultural pest**. London: [s.n.], 1990. p. 166-178. (FFTC Book Series, no. 40).

MAIA, W. J. M. S. et al. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1.259-1.268, Nov./Dec. 2004.

MANNAN, V. D.; VARMA, G. C.; BARAR, K. S. Biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) on *Aphis gossypii* (Glover) and *Myzus persicae* (Sulzer). **Journal of Insect Sciences**, Tucson, v. 10, p. 143-145, 1997.

MATTIOLI, E.; CARVALHO, C. F.; SALGADO, L. O. Efeitos de inseticidas e acaricidas sobre ovos, larvas e adultos do predador *Cereochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 17, p. 388-392, 1992.

MEDINA, P. et al. Compatibility of spinosad, tebufenozide and azadirachtin with eggs and pupae of the predator *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 11, n. 5, p. 597-610, 2001.

MEDINA, P. et al. Effects of three modern insecticides, pyriproxyfen, spinosad and tebufenozide on survival and reproduction of *Chrysoperla carnea* adults. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 142, p. 55- 61, Feb. 2003.

MEDINA, P. et al. Significance of Penetration, Excretion, and Transovarial Uptake to Toxicity of Three Insect Growth Regulators in Predatory Lacewing Adults. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, New York, v. 51, p. 91-101, Oct. 2002.

McDOWELL, L. et al. Methyl parathion and EPN washoff from cotton plants by simulated rainfall. **Environmental Science & Technology**, v. 18, n. 6, p. 423-427, June 1984.

McEWEN, P. K.; KIDD, N. A. C. The effects of different components of an artificial food on adult green lacewing (*Chrysoperla carnea*) fecundity and longevity. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Amsterdam, v. 77, p. 343-346, Dec. 1995.

MORAES, J. C.; CARVALHO, C. F. Seletividade de acaricidas a ovos, larvas e adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 388-392, Aug. 1993.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M. Residual effect of pesticides used in integrated apple production on *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 72, n. 2, p. 217-223, Apr./June 2012.

MOURA, A. P. et al. Toxicidade de pesticidas recomendados na produção integrada de maçã (PIM) a populações de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 395-404, maio/jun. 2009.

NEW, T. R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 127, n. 2, p. 115-140, July 1975.

NORDLUND, D. A.; COHEN, A. C.; SMITH, R. A. Mass-rearing, release techniques and augmentation. In: McEWEN, P. K.; NEW, T.; WHITTINGTON, A. (Ed.). **Lacewings in the Crop environment**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 303-319.

NUÑEZ, Z. E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 31, p. 76-82, Dec. 1988.

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

PREE, D. J.; ARCHIBALD, D. E.; MORRISON, R. K. Resistance to insecticides in the common green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) in Southern Ontario. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 82, n. 1, p. 29-34, Feb. 1989.

PREETHA, G. et al. Toxicity of imidacloprid and diafenthiuron to *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory conditions. **Journal of Plant Protection Research**, [s.l.], v. 49, n. 3. p. 290-296, 2009.

PRINCIPI, M. M.; CANARD, M. Feeding habits. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, 1984. p. 76-92.

PUTNAM, R. A.; NELSON, J. O.; CLARK, J. M. The persistence and degradation of chlorothalonil and chlorpyrifos in a cranberry bog. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 1, p. 170-176, Jan. 2003.

RIBEIRO, M. J. **Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) alimentadas com diferentes dietas**. 1998. 93 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1998.

RIBEIRO, M. J.; CARVALHO, C. F.; MATIOLI, J. C. Influência da alimentação larval sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n. 4, p. 349-354, ago. 1991.

RICH, S. Dynamics of deposition and tenacity of fungicides. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 44, p. 203-213, 1954.

RIDGWAY, R. L.; JONES, S. L. Inundative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Heliothis* on cotton. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 62, n. 1, p. 177-180, Feb. 1969.

RIPPER, W. E.; GREENSLADE, R. M.; HARTLEY, G. S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 44, n. 4, p. 448-459, Aug. 1951.

SAMSOE-PETERSEN, L. Sequences of standard methods to test effects of chemicals on terrestrial arthropods. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, New York, v. 19, p. 310-319, June 1990.

SATTAR, M.; ABRO, G. H.; YED, T. S. Effect of different hosts on biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory conditions. **Pakistan Journal of Zoology**, Lahore, v. 43, n. 6, p. 1.049-1.054, 2011.

SILVA, R. A. et al. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 8-14, jan./fev. 2006.

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 subsequentes do predador. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 951-959, nov./dez. 2005.

SINDERHAUF, K.; SCHWACK, W. Photolysis experiments on phosmet, an organophosphorus insecticide. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 20, p. 5.990-5.995, Aug. 2003.

SMITH, R. C. **The biology of the Chrysopidae**. Ithaca: The University, 1922.

SOARES, J. J.; MACEDO, L. P. M.; Da COSTA, R. I. F. **Biologia de Chrysoperla externa (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em Laboratório**. Campina Grande: Embrapa CNPA, 2003. 5 p. (Embrapa-CNPA. Comunicado Técnico, 185).

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticides testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **BioControl**, Dordrecht, v. 44, p. 99-117, 1999.

SUNDBY, R. A. Influence of food on the fecundity of *Chrysoperla carnea* Stephens. **Entomophaga**, Paris, v. 12, p. 475-479, 1967.

TAUBER, C. A. Systematics of North American Chrysopid larvae: *Chrysoperla carnea* group (Neuroptera). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 106, p. 1.133-1.153, 1974.

TAUBER, M. J. et al. Commercialization of predators: recent lesson from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). **American Entomologist**, Lanham, v. 46, n. 1, p. 26-38, 2000.

TULISALO, U. Mass rearing techniques. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (Ed.). **Biology of Chrysopidae**. Hague: W. Junk, 1984. p. 213-220.

ULHÔA, J. L. R. et al. 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, p. 1.365-1.372, 2002. Edição especial.

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, n. 3, p. 306-312, maio/jun. 1997.

WISE, J. C. et al. Use of residue profile analysis to identify modes of insecticide activity contributing to control of plum curculio in apples. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 99, n. 6, p. 2.055-2.064, Dec. 2006.

WILLIS, G. H. et al. Foliar washoff of oil-applied malathion and permethrin as a function of time after application. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 6, p. 1.086-1.089, 1992.

**CAPÍTULO 2**

**SELETIVIDADE FISIOLÓGICA DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS  
USADOS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NA ESPANHA  
SOBRE LARVAS E ADULTOS DE *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836)  
(Neuroptera: Chrysopidae)**

## RESUMO

Os crisopídeos são insetos predadores encontrados em vários agroecossistemas e geralmente utilizados em programas de controle biológico de artrópodes pragas. A espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) é comumente encontrada na Espanha em cultivos de milho (*Zea mays* L.), onde se alimentam de várias presas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do milho, na Espanha, sobre larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea*. Os compostos utilizados em suas maiores dosagens recomendados para campo foram: deltametrina (DECIS<sup>®</sup> 1,5% EW, Piretroide), clorpirifós (CHAS<sup>®</sup> 48% EC, Organofosforado), λ-cihalotrina (KARATE<sup>®</sup> 10% WG, Piretroide), abamectina (APACHE<sup>®</sup> 1,8% EC, Avermectina), hexitiazox (PERFIL<sup>®</sup> 10% WP, Carboxamida) e pendimetalina (PENDALIN<sup>®</sup> 33% EC, Dinitroanilina). O tratamento controle foi composto somente de água destilada. Para a realização do ensaio, placas de vidro foram tratadas com os compostos via pulverização em torre de Potter e, em seguida, larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea* foram mantidos em contato com suas superfícies contaminadas. O bioensaio foi realizado em sala climatizada a 25±2°C, UR 70±10% e fotofase de 16h. Avaliaram-se os efeitos dos compostos sobre a mortalidade das larvas e adultos, a duração do terceiro instar e da fase de pupa, a porcentagem de pupação, a fecundidade e viabilidade dos ovos produzidos pelos adultos provenientes das larvas tratadas e dos adultos de *C. carnea* expostos aos produtos. Em função do efeito total, cada produto foi enquadrado em classes de toxicidade conforme a IOBC. Desta forma, os produtos clorpirifós e deltametrina foram nocivos e moderadamente nocivos, respectivamente, a larvas de terceiro instar de *C. carnea* e nocivos aos insetos adultos de *C. carnea*, sendo necessários mais estudos em condições de casa de vegetação e campo para confirmação ou não de suas toxicidades. O produto λ-cihalotrina foi levemente nocivo e nocivo a larvas e adultos de *C. carnea*, respectivamente. Abamectina e hexitiazox foram levemente nocivos a larvas e adultos de *C. carnea* e pendimetalina foi inofensivo a larvas de terceiro instar, podendo ser recomendados em programas de manejo integrado de pragas na cultura do milho na Espanha visando à preservação dessa espécie de crisopídeo.

**Palavras-chave:** Crisopídeos. Predador. Ecotoxicologia. Controle biológico.

## ABSTRACT

The lacewings are predator insects found in various agroecosystems and commonly used in biological control programs for arthropod pests. The specie *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) is commonly found in maize fields in Spain, where they feed on many prey. In this way, this study aimed to evaluate the selectivity of pesticides used in maize (*Zea mays* L.) culture, in Spain, on third instar larvae and adults of *C. carnea*. The compounds used on their higher dosages recommended for use in the field were: deltamethrin (1.5% DECIS<sup>®</sup> EW, pyrethroid), chlorpyrifos (CHAS<sup>®</sup> 48% EC, organophosphate),  $\lambda$ -cyhalothrin (KARATE<sup>®</sup> 10% WG, pyrethroid), abamectin (APACHE<sup>®</sup> 1.8% EC, Avermectin) hexythiazox (PROFILE<sup>®</sup> 10% WP, Carboxamide) and pendimethalin (PENDALIN<sup>®</sup> 33% EC, Dinotroanilina). The control treatment consisted only of distilled water. For the test, Petri dishes were sprayed with the compounds via Potter's tower and then, third instar larvae and adults of *C. carnea* were kept in contact with their contaminated surfaces. The bioassay was performed in a room at  $25 \pm 2$  ° C, RH  $70 \pm 10\%$  and 16h photophase. We assessed the effects of compounds on the mortality of larvae and adults, the duration of the third instar and the pupal stage, the percentage of pupation, fecundity and viability of the eggs produced by adults from the treated larvae and adults of *C. carnea* exposed to the products. Due to the total effect, each product was framed in toxicological classes according to IOBC. Thus, the products chlorpyrifos and deltamethrin were moderately harmful and harmful respectively, to third instar larvae of *C. carnea* and harmful to adults of *C. carnea*, more research is needed in terms of greenhouse and field conditions for confirmation or not of their toxicities. The product  $\lambda$ -cyhalothrin was slightly harmful and harmful to the larvae and adults of *C. carnea*, respectively. Abamectin and hexythiazox were slightly harmful to larvae and adults of *C. carnea* and pendimethalin was harmless to third instar larvae, then, can be recommended in programs of integrated pest management in maize crops in Spain aiming the preservation of this species of lacewing.

Keywords: Lacewing. Predator. Ecotoxicology. Biological control.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho na Espanha é atacada por uma grande diversidade de artrópodes-pragas que, dependendo da densidade populacional e da fase fenológica da cultura, podem causar sérios danos econômicos. Dentre as pragas que ocorrem nessa cultura, pode-se destacar os coleópteros do gênero *Conoderus* spp. e *Melanotus* spp. (Coleoptera: Elateridae), os pulgões *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) e *Rhopalosiphum maidis* Fithc, 1856 (Hemiptera: Aphididae), os ácaros *Oligonychus pratensis* (Banks, 1912), *Tetranychus urticae* Koch, 1836 e *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae), e os lepidópteros *Agrotis ipsilon* (Hufnagel, 1767) (Lepidoptera: Noctuidae), *Ostrinia nubilalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae), *Sesamia nonagrioides* (Lefebvre, 1827) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Pyrausta nubilalis* (Hübner) (CASTAÑERA, 1986; DURÁN et al., 1980; ESTRADA, 2008).

O controle dessas pragas ainda é realizado, na grande maioria das vezes, por meio de inseticidas, os quais geralmente provocam a ressurgência, em função da seleção de populações de pragas resistentes e desequilíbrios biológicos (GASSEN, 1996).

Outro método de controle atualmente empregado no controle dessas pragas é o da resistência de plantas por meio da utilização de organismos geneticamente modificados. Entretanto, esse método vem apresentando efeitos negativos sobre inimigos naturais, sendo que para o predador *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) verificou-se que ocorreu prolongamento das fases de seu desenvolvimento e alta mortalidade quando ingeriram larvas da broca do milho que foram alimentadas com milho Bt (DUTTON et al., 2002; HILBECK et al., 1998a, 1998b, 1999; OBRIST et al., 2006).

Como alternativa para o controle dessas pragas, tem-se o controle biológico com o uso do predador *C. carnea*, comumente presente na cultura do milho na Espanha (ESTRADA, 2008; FARINÓS et al., 2008a, 2008b ). Esse predador vem sendo considerado como um eficiente agente de controle biológico devido seu alto potencial para o controle de muitas pragas agrícolas, visto que suas larvas são muito vorazes, polípagas e ativas (TAUBER; TAUBER, 1983). Além disso, em sua fase adulta é capaz de se alimentar de substâncias açucaradas produzidas por alguns insetos, néctar ou pólen de plantas, o que colabora para sua sobrevivência em vários habitats (GARIBO, 2007).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de produtos fitossanitários comumente usados para controle de pragas na cultura do milho, na Espanha, sobre larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea* em condições de laboratório, com a finalidade de selecionar compostos seletivos que possam ser usados em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório da Unidade de Proteção de Cultivos do Departamento de Cultivos de Produção Vegetal: Botânico e Proteção Vegetal da Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrônomos da Universidade Politécnica de Madrid – UPM no período de janeiro a abril de 2012.

### **2.1 Criação dos insetos utilizados nos ensaios**

Os insetos utilizados no presente trabalho foram provenientes de uma criação mantida na Unidade de Proteção de Cultivos do Departamento de

Produção Vegetal da Escola Técnica Superior de Engenheiros Agrônomos da Universidade Politécnica de Madrid-UPM, iniciada a partir de larvas de primeiro instar adquiridas junto à empresa Agrobio, localizada no município de A Mojonera (Almería-Espanha). As larvas foram alimentadas com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) até o fim de seu desenvolvimento. Para a alimentação dos insetos adultos utilizou-se dieta artificial composta de 15 ml de leite condensado, 30g de mel, 20g de frutose, 50g de germen de trigo, 30g de levedura de cerveja, 1 ovo e uma gema e 25 ml de água destilada semelhante à descrita por Vogt et al. (2000), que foram depositadas sobre fitas adesiva presa à parede interna de recipiente de plástico que continha os insetos.

## **2.2 Produtos utilizados nos bioensaios**

Os compostos avaliados no presente trabalho foram deltametrina (DECIS<sup>®</sup>1,5% EW, Piretroide, 12,45 mg i.a./L), clorpirifós (CHAS<sup>®</sup> 48% EC, Organofosforado, 960 mg i.a./L),  $\lambda$ -cihalotrina (KARATE<sup>®</sup> 10% WG, Piretroide, 20 mg i.a./L), abamectina (APACHE<sup>®</sup>1,8% EC, Avermectina, 18 mg i.a./L), hexitiazox (PERFIL<sup>®</sup>10% WP, Carboxamida, 75 mg i.a./L) e pendimetalina (PENDALIN<sup>®</sup> 33 % EC, Dinitroanilina, 1980 mg i.a./L). O tratamento controle foi composto de água destilada.

As doses dos produtos testados foram as maiores recomendadas para a cultura do milho na Espanha, seguindo as recomendações propostas pela Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado de Plantas e Animais Nocivos (IOBC) (HASSAN, 1994) para testes de seletividade. O preparo das caldas químicas foi realizado considerando um volume de 300 L/ha.

### 2.3 Aplicação dos produtos

Os compostos foram aplicados por meio de torre de Potter, propiciando um volume de calda de 1,5 a 2 mg/cm<sup>2</sup>, conforme recomendações da IOBC. Para isso foi aplicado 1,5 mL de calda a uma pressão de 50 kpa, que é a recomendação preconizada pela IOBC para ensaios ecotoxicológicos com insetos benéficos (HASSAN, 1994).

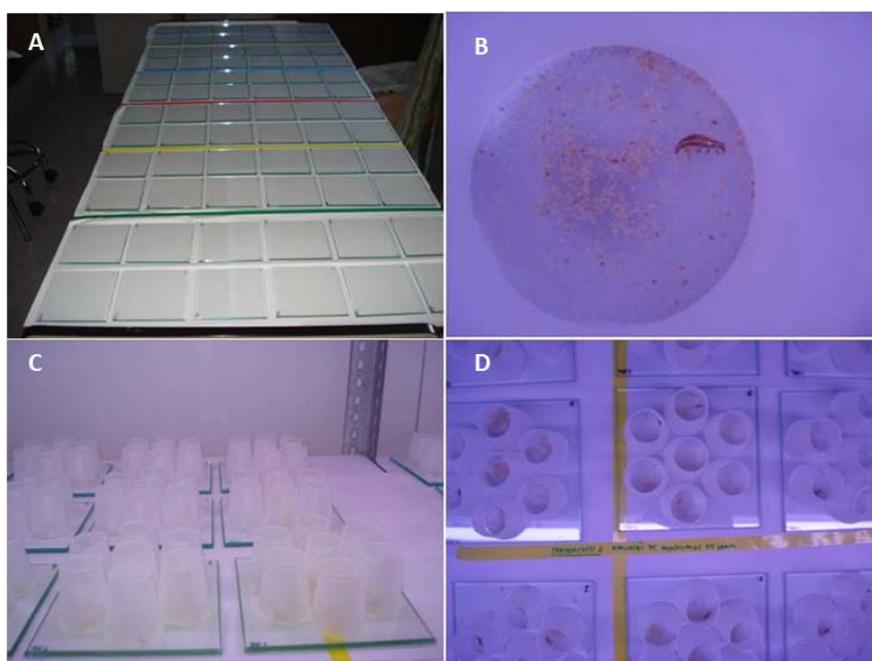
### 2.4 Efeitos dos produtos sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea* em laboratório

Com o objetivo de avaliar o efeito dos produtos sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea*, placas de vidro (12 cm de comprimento x 12 cm de largura x 0,5 cm de altura) (Figura 1A) foram tratadas com os produtos via torre de Potter conforme descrito no subitem 2.3. Em seguida, larvas de terceiro instar de *C. carnea* foram colocadas em contato com as placas de vidro contaminadas (Figura 1B). Devido ao alto canibalismo entre as larvas dessa espécie, para a individualização das mesmas, foram utilizados copos plásticos (3 cm de altura x 1,5 cm de diâmetro) (Figura 1C), segundo metodologia de Medina et al. (2004). Para impedir a fuga das larvas, os copos plásticos tiveram suas paredes internas cobertas com talco. Os insetos receberam ovos de *E. kuehniella* para sua alimentação a cada dois dias. Em cada placa de vidro foram colocadas sete larvas individualizadas em cada copo de plástico, até que ocorresse a pupação (Figura 1D).

Avaliou-se a mortalidade das larvas de terceiro instar às 24, 48 e 72 horas após o contato com os produtos. Posteriormente, avaliou-se o número de pupas formadas por tratamento/repetição, as quais, em seguida, foram transferidas para caixas plásticas de 5 cm de altura x 12 cm de diâmetro,

contendo tampa com um orifício em seu centro de 3 cm de diâmetro tampado com “voil” para ventilação, até que ocorresse a emergência dos insetos adultos. Também foi avaliado o número de insetos emergido em cada tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e seis repetições, sendo cada uma formada por sete larvas de terceiro instar do predador.



**Figura 1.** Placas de vidro submetidas à aplicação dos produtos (A); Larvas de terceiro instar de *C. carnea* expostas às placas de vidro contaminadas (B); Copos plásticos cobertos internamente com talco, utilizados para individualizar as larvas de *C. carnea*; Placas de vidro contendo sete larvas individualizadas por repetição (D).

#### **2.4.1 Efeitos dos compostos sobre a fecundidade e viabilidade de ovos produzidos por adultos de *C. carnea* provenientes de larvas de terceiro instar tratadas**

Emergidos os insetos provenientes das larvas de terceiro instar de *C. carnea* tratadas, avaliou-se o número de adultos formados em cada tratamento, os quais foram mantidos em caixa de plástico de tamanho descrito no subitem 2.4 até o término do período de pré-oviposição (cinco a sete dias). Em seguida, os insetos foram sexados e separados em casais. Utilizaram-se no mínimo cinco casais por tratamento, sendo que cada repetição foi composta de um casal.

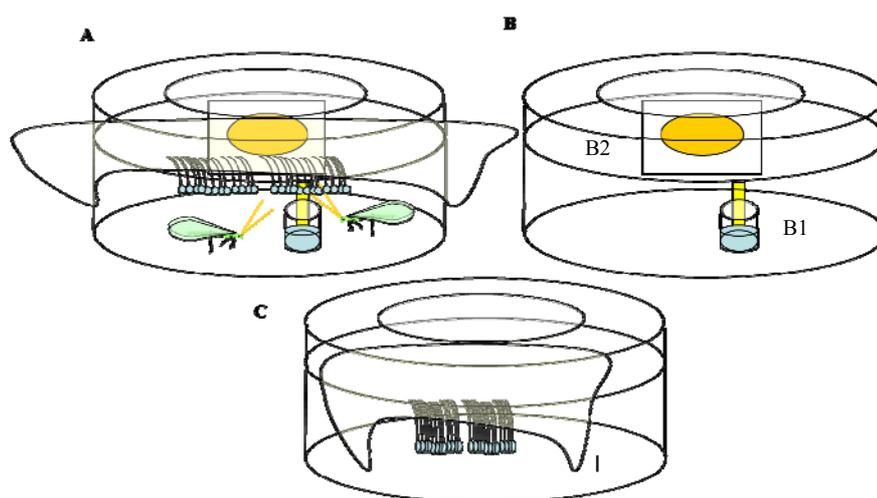
Cada casal foi acondicionado em caixas plásticas (10 cm de altura x 12 cm de diâmetro), cobertas na tampa com um tecido tipo “voil” para que os insetos realizassem a postura, e fosse assim permitido avaliar a fecundidade e viabilidade dos ovos (Figura 2A). Os insetos receberam água por meio de um recipiente de vidro (3,5 cm de altura x 3 cm de diâmetro) que foi vedado com Parafilm<sup>®</sup>, contendo em seu centro um orifício por onde foi introduzido uma tira de Spontex<sup>®</sup> que absorvia a água por capilaridade até sua extremidade superior onde os insetos tiveram acesso ao líquido. O alimento foi fornecido a cada dois dias em forma de dieta artificial como descrita por Vogt et al. (1998; 2000) no subitem 2.1, que foi depositada sobre fita adesiva presa à parede da gaiola (Figura 2B).

Avaliou-se a fecundidade diária durante a primeira semana após o período de pré-oviposição, contando-se o número de ovos colocados por fêmea no tecido “voil” de cada caixa. As avaliações de viabilidade dos ovos foram realizadas duas vezes por semana, após o término do período de pré-oviposição. Ovos de *C. carnea* com 24 horas de idade foram coletados e colocados em caixas plásticas de 5 cm de altura por 9 cm de diâmetro contendo um orifício de 5 cm de diâmetro na tampa protegido com tecido “voil” para favorecer a aeração

e evitar que as larvas ao eclodirem escapassem (Figura 2C). Nestas caixas foram fornecidos ovos de *E. kuehniella* como fonte de alimento, e uma vez eclodidas todas as larvas, estas foram acondicionadas em congelador para que as mesmas morressem e posteriormente realizasse a contagem do número de larvas eclodidas por tratamento.

O bioensaio foi realizado em câmara climática com condições controladas de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 16 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e número variável de repetições, sendo cada uma composta de um casal de insetos.



**Figura 2.** Caixa plástica com tampa coberta com um tecido tipo “voil” para realização de posturas (A). Caixa contendo recipiente de vidro com pedaço de Spontex<sup>®</sup> para fornecimento de água (B1) e fita adesiva presa à parede da gaiola (B2), com dieta. Caixa para a avaliação da viabilidade dos ovos de *C. carnea* (C).

## 2.5 Efeitos dos produtos sobre adultos de *C. carnea* em laboratório

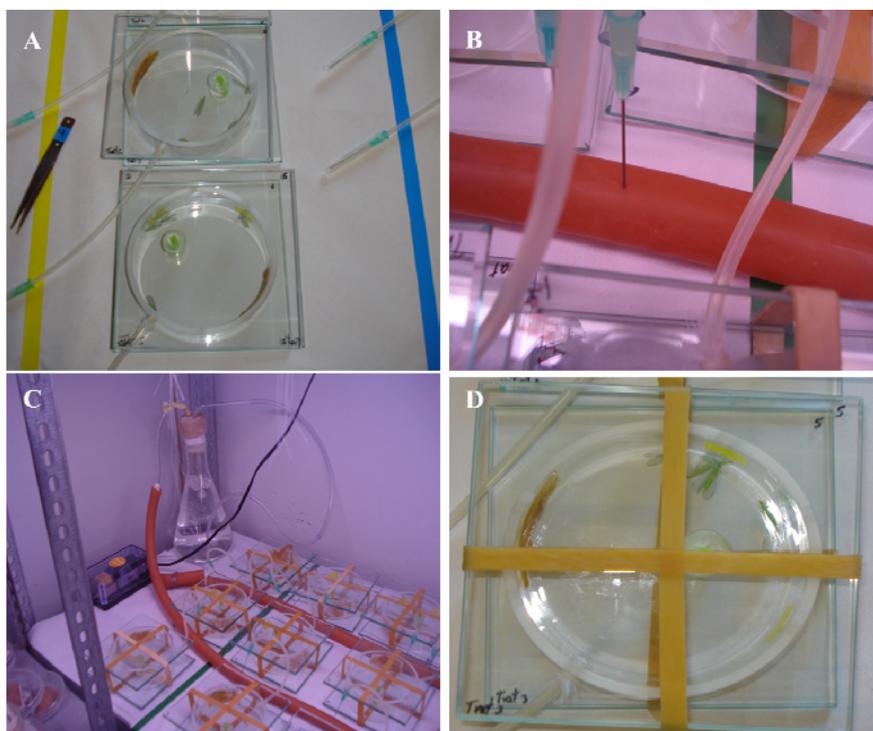
Nesse ensaio foram utilizados insetos adultos de *C. carnea*, os quais foram expostos aos resíduos frescos dos compostos em placas de vidro (12 cm

de comprimento x 12 cm de largura x 0,5 cm de altura) aplicados de forma semelhante à descrita no bioensaio com larvas. Após a aplicação dos produtos e secagem da calda, as placas de vidro tratadas, serviram de fundo e cobertura na confecção das gaiolas para exposição dos insetos aos resíduos dos compostos.

As gaiolas foram compostas de duas placas de vidro, colocadas sobre e abaixo de um aro redondo de metacrílico com orifícios circulares que permitiram a aeração (Figura 3A), sendo que em um desses orifícios foi introduzida uma mangueira fina coberta na ponta com um tecido tipo “voil” bem fino e, em sua outra extremidade, fixada uma agulha (seringa) que foi inserida em uma goma (Figura 3B) conectada a um sistema de oxigenação composto de uma bomba de aquário interligado a um recipiente de vidro cheio de água e fechado em sua extremidade. A bomba de aquário formava bolhas na água produzindo assim oxigênio que era levado através da goma até as gaiolas de vidro por meio de uma agulha conectada à mangueira e a gaiola, fazendo com que ocorresse a aeração (Figura 3C) e impedindo o acúmulo de gases tóxicos como descrito por Jacas e Viñuela (1994). Dentro dessas gaiolas de vidro e no aro foram colocados os bebedouros e as dietas como descrito anteriormente no subitem 2.4, sendo as mesmas fechadas com auxílio de duas gomas elásticas (Figura 3 D).

A mortalidade dos insetos adultos foi avaliada 24, 48 e 72 horas após exposição aos resíduos dos produtos. Decorridos três dias de exposição, os casais sobreviventes foram transferidos para caixas para avaliação de fecundidade e viabilidade como descrito no ensaio do subitem 2.4.1.

O delineamento foi inteiramente casualizado com seis tratamentos e seis repetições, sendo cada uma constituída por uma gaiola contendo três casais.



**Figura 3.** Placas de vidro contaminadas, utilizadas para a montagem das gaiolas, colocadas sobre e abaixo de um aro redondo de metacrílico (A). Mangueira plástica conectada ao aro de metacrílico por uma extremidade sendo a outra fixada a uma agulha (seringa) inserida em uma mangueira (B). Mangueira conectada ao sistema de oxigenação composto de uma bomba de aquário (C). Gaiola de vidro cotendo o bebedouro e a dieta (D).

## 2.6 Análises dos dados obtidos

Os dados de mortalidade de larvas e adultos de *C. carnea* foram submetidos à análise de sobrevivência utilizando o procedimento LIFETEST não paramétrico de SAS Institute (2002), em que as curvas de sobrevivência foram obtidas usando Kaplan-Meier estimadores, gerados a partir da proporção de larvas e adultos de *C. carnea* sobreviventes desde o início até o fim do

bioensaio. Os tempos médios de sobrevivência ( $TL_{50}$ ) para larvas e adultos de *C. carnea* para cada insecticida foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (PROC GLM, SAS Institute, 2002).

Além das análises supracitadas, os produtos foram classificados de acordo com o seu efeito total (E) e sua redução na sobrevivência, porcentagem de emergência, fecundidade, viabilidade, pupação, razão sexual e número de adultos formados.

O efeito total (E) de cada produto foi calculado baseando-se na fórmula de VOGT (1992), onde:  $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$ , sendo  $M\%$  = mortalidade no tratamento corrigida pela fórmula de ABBOTT (1925);  $R1$  = razão entre a média diária de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada, e  $R2$  = razão entre a viabilidade média de ovos ovipositados por fêmea tratada e não tratada.

Desta forma, cada composto foi enquadrado em classes de toxicidade sendo: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução) (STERK et al., 1999; VAN de VEIRE et al., 2002). Os dados dos parâmetros biológicos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk test, em seguida foi realizada à análise de variância sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

### 3 RESULTADOS

Referente à mortalidade de larvas de terceiro instar de *C. carnea*, verificou-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo que os produtos deltametrina,  $\lambda$ -cihalotrina, abamectina, hexitiazox e pendimetalina não causaram efeito negativo para esse parâmetro até 72 horas após a exposição

das larvas aos resíduos dos produtos quando comparado ao tratamento controle, sendo classificados como inofensivos (classe 1). Todavia, clorpirifós causou 100,0% de mortalidade logo após as 24 horas de exposição, mostrando-se tóxico e por isso foi considerado nocivo (classe 4) (Tabela 1).

Ocorreu diferença estatística em relação à mortalidade dos insetos adultos de *C. carnea* quando expostos aos produtos testados. Os produtos clorpirifós e  $\lambda$ -cihalotrina causaram 100,0% de mortalidade dos insetos adultos de *C. carnea* 24 horas ( $F = 115,32$ ; g.l. = 5,30;  $p = < 0,001$ ) após contato com seus resíduos, sendo classificados como nocivos (classe 4). Devido às elevadas taxas de mortalidade causadas por estes produtos, não foi possível avaliar os efeitos em parâmetros reprodutivos do predador. O inseticida deltametrina, após 72 horas de contato com os insetos adultos, causou 68,57% de redução na sobrevivência em comparação ao tratamento controle e foi classificado como levemente nocivo (classe 2) (Tabela 2).

**TABELA 1.** Mortalidade (%), pupação (%), emergência (%), adultos formados (%) e razão sexual de insetos provenientes de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas aos resíduos dos produtos fitossanitários.

Tratamento <sup>1</sup> (n=42)	Mortalidade (%)			Classe <sup>2</sup>	Pupas (%)	Emergência (%)	<sup>3</sup> Ad_L (%)	Razão sexual
	24h	48h	72h					
Deltametrina	0,00	0,00	0,00	1	66,67 ± 10,21b*	83,02 ± 7,74	52,38 ± 6,02b	0,25 ± 0,06b
Clorpirifós	100,00	----	----	4	----	----	----	----
λ – cihalotrina	0,00	0,00	0,00	1	80,95 ± 3,01b	91,67 ± 5,69	73,81 ± 4,39a	0,45 ± 0,09a
Abamectina	0,00	0,00	2,38 ± 2,38	1	92,86 ± 3,19a	94,44 ± 3,51	88,09 ± 5,73a	0,54 ± 0,09a
Hexitiazox	0,00	0,00	0,00	1	92,86 ± 3,19a	89,29 ± 5,49	83,33 ± 6,82a	0,44 ± 0,04a
Pendimetalina	0,00	0,00	0,00	1	100,00 ± 0,00a	95,24 ± 3,01	95,24 ± 3,01a	0,56 ± 0,05a
Controle	0,00	0,00	0,00	1	92,86 ± 4,88a	96,67 ± 3,33	90,48 ± 7,06a	0,55 ± 0,08a
P – valor	-	-	0,441 <sup>ns</sup>		0,001	0,449 <sup>ns</sup>	<0,001	0,037

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Sterk et al. (1999) e Van de Veire et al. (2002), onde: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (> 99% de redução). <sup>3</sup> Adultos formados em relação ao número inicial de larvas.\* Médias (±SE) seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a p>0,05.

**TABELA 2.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência e classes de toxicidade dos produtos quando adultos de *Chrysoperla carnea* foram expostos a seus resíduos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=36)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classes de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
Deltametrina	27,78 ± 8,24 b*	52,78 ± 7,95 a	72,22 ± 8,24 a	25,71	51,43	68,57	1	2	2
Clorpirifós	100,00 ± 0,00 a	----	----	100,00	----	----	4	----	----
λ – cihalotrina	100,00 ± 0,00 a	----	----	100,00	----	----	4	----	----
Abamectina	2,78 ± 2,78 c	2,78 ± 2,78 c	11,11 ± 5,56 c	0,00	0,00	8,57	1	1	1
Hexitiazox	8,33 ± 5,69 c	19,44 ± 10,90 b	25,00 ± 14,1 b	5,71	17,14	22,86	1	1	1
Controle	2,78 ± 2,78 c	2,78 ± 2,78 c	2,78 ± 2,78 c	----	----	----	----	----	----
<i>P</i> – valor	<0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Sterk et al. (1999) e Van de Veire et al. (2002), onde: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução). \*Médias (± SE) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Abamectina e hexitiazox foram classificados como inofensivos (classe 1) aos insetos adultos de *C. carnea* devido terem causado somente 11,11% e 25% de mortalidade, respectivamente ( $F = 10,43$ ; g.l. = 3,20;  $p = <0,001$ ) após 72 horas de exposição dos insetos aos seus resíduos (Tabela 2).

Verificou-se que ocorreu diferença estatística entre os tratamentos ( $F = 5,47$ ; g.l. = 5,30;  $p = 0,001$ ) referente ao número de pupas formadas a partir de larvas tratadas. Deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina foram os mais prejudiciais, com médias de 66,67% e 80,95%, respectivamente, de pupas formadas. Entretanto, todos os tratamentos foram classificados como inofensivos (classe 1) as pupas de *C. carnea* (Tabelas 1 e 4).

Todos os compostos não afetaram a emergência de adultos de *C. carnea* provenientes de larvas de terceiro instar tratadas ( $F = 0,975$ ; g.l. = 5,30;  $p = 0,449$ ), sendo enquadrados na classe 1 (inofensivo) de toxicidade (Tabelas 1 e 4).

A porcentagem de insetos adultos formados em relação ao número inicial de larvas foi reduzida pelo produto deltametrina ( $F = 7,54$ ; g.l. = 5,30;  $p = <0,001$ ), apresentando média de 52,38% e por isto foi enquadrado na classe 2 (levemente nocivo); os produtos  $\lambda$ -cihalotrina, abamectina, hexitiazox e pendimetalina permitiram 73,81%; 88,09%; 83,33% e 95,24% de formação de adultos, respectivamente em relação ao número inicial de larvas de terceiro instar tratadas, sendo enquadrados na classe 1 (inofensivos) (Tabelas 1 e 4).

A razão sexual dos insetos provenientes das larvas de terceiro instar tratadas foi afetada apenas pelo produto deltametrina ( $F = 2,75$ ; g.l. = 5,30;  $p = 0,037$ ), com média de 0,25, sendo que os demais produtos apresentaram médias que variaram de 0,45 a 0,55 (Tabela 1).

A fecundidade de *C. carnea* provenientes de larvas de terceiro instar tratadas não apresentou diferença estatística ( $F = 1,11$ ; g.l. = 5,25;  $p = 0,382$ ) entre os produtos testados; entretanto, quando se avaliou o efeito na redução

desse parâmetro segundo a classificação da IOBC,  $\lambda$ -cihalotrina causou 31,46% de redução na fecundidade, sendo enquadrado na classe 2 (levemente nocivo), sendo que os demais produtos foram classificados como inofensivos (classe 1). A viabilidade foi reduzida ( $F = 3,52$ ; g.l. = 5,25;  $p = 0,015$ ) pelos produtos abamectina, hexitiazox e pendimetalina com médias de 70,49%; 67,19% e 74,67%, respectivamente. Todavia, quando foi avaliada a redução da viabilidade em comparação ao tratamento controle todos os compostos avaliados foram considerados inofensivos (classe 1) (Tabela 5).

Para os insetos adultos de *C. carnea* expostos aos produtos avaliados, verificou-se que a fecundidade ( $F = 9,22$ ; g.l. = 3,15;  $p = 0,001$ ) e a viabilidade ( $F = 25,83$ ; g.l. = 3,315;  $p = <0,001$ ) foram reduzidas apenas por deltametrina, com média de redução de 99,42% (classe 3) e 100,0% (classe 4), respectivamente. Abamectina e hexitiazox não causaram redução na fecundidade e nem na viabilidade, com médias de 18,96%; 3,63%; 12,80% e 2,63%, respectivamente. Essas características biológicas não foram avaliadas para os tratamentos clorpirifós e  $\lambda$ -cihalotrina devido os mesmos terem causado 100,0% de mortalidade dos adultos de *C. carnea* logo após entrarem em contato com seus resíduos (Tabelas 3 e 5).

**TABELA 3.** Efeito dos produtos na mortalidade (%), fecundidade, viabilidade de ovos (%), efeito total (%) e classe de toxicidade para larvas de terceiro instar e adultos de *Chrysoperla carnea* entraram em contato com os resíduos dos produtos.

Tratamento	<sup>1</sup> Mortalidade final (%)	<sup>2</sup> Mc (%)	Fecundidade (ovos/fêmea/dia)	<sup>3</sup> n	Viabilidade (%)	<sup>4</sup> R'	<sup>5</sup> R''	<sup>6</sup> E (%)	<sup>7</sup> C.T
<b>3º instar larval</b>									
Deltametrina	88,09 ± 5,06b*	74,99	32,89 ± 12,11	6	80,79 ± 0,23a	0,82	0,96	80,14	3
Clorpirifós	100,00 ± 0,00a	100,00	----	----	----	----	----	----	4
λ – cihalotrina	64,27 ± 7,48c	24,97	27,39 ± 4,17	13	82,41 ± 3,99a	0,69	0,98	49,39	2
Abamectina	45,24 ± 7,77c	0,00	28,24 ± 2,50	18	70,49 ± 4,17b	0,71	0,84	40,51	2
Hexitiazox	59,52 ± 7,67c	14,99	29,73 ± 4,54	15	67,19 ± 3,69b	0,74	0,80	49,26	2
Pendimetalina	38,09 ± 7,58c	0,00	32,73 ± 4,71	21	74,67 ± 3,44b	0,81	0,89	26,96	1
Controle	52,38 ± 7,80c	---	39,96 ± 4,28	20	83,74 ± 1,67a	----	----	----	----
<i>P</i> – valor	<0,001		0,382 <sup>ns</sup>		0,015				
<b>Adulto</b>									
Deltametrina	97,22 ± 2,78a	95,45	0,25 ± 0,17b	5	0,00 ± 0,00b	0,01	0,00	100	4
Clorpirifós	100,00 ± 0,00a	100,00	----	----	----	----	----	----	4
λ – cihalotrina	100,00 ± 0,00a	100,00	----	----	----	----	----	----	4
Abamectina	66,67 ± 7,97b	45,46	35,04 ± 5,69a	16	69,60 ± 5,18a	0,81	0,87	61,46	2
Hexitiazox	55,56 ± 8,39b	27,28	41,67 ± 4,89a	14	77,72 ± 7,64a	0,96	0,97	31,76	2
Controle	38,89 ± 8,24c	----	43,24 ± 2,54a	17	79,82 ± 1,57a	----	----	----	----
<i>P</i> – valor	<0,001		0,001		<0,001				

<sup>1</sup>Mortalidade acumulada de larva, pupa e adulto ao final do experimento. <sup>2</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>3</sup>Número de fêmeas/tratamento. <sup>4</sup>Razão entre a fecundidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>5</sup>Razão entre a viabilidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>6</sup>Efeito total (E), segundo Vogt (1992), onde E = 100 – (100 – Mc) x R' x R''. <sup>7</sup>Classe de toxicidade estabelecida pela IOBC/WPRS <sup>4</sup>(STERK et al., 1999; VAN DE VEIRE et al., 2002), onde: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução). \*Médias (± SE) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a *p* < 0,05.

**TABELA 4.** Redução na pupação (%) e emergência (%) de adultos de *Chrysoperla carnea* provenientes de larvas de terceiro instar que tiveram contato com os resíduos dos produtos

Tratamento	Pupas (%)	Redução (%) <sup>2</sup>	Classe <sup>1</sup>	Emergência (%)	Redução (%) <sup>2</sup>	Classe <sup>1</sup>
Deltametrina	66,67	28,2	1	76,07	23,5	1
Clorpirifos	----	----	----	----	----	----
$\lambda$ – cihalotrina	80,95	12,83	1	91,67	7,81	1
Abamectina	92,86	0	1	94,44	5,02	1
Hexitiazox	92,86	0	1	89,29	10,2	1
Pendimetalina	100,00	0	1	95,24	4,22	1
Controle	92,86	----	----	99,44	-----	----

<sup>1</sup> Classe de toxicidade estabelecida pela IOBC/WPRS (STERK et al., 1999; VAN DE VEIRE et al., 2002), onde: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução).<sup>2</sup> Porcentagem de redução corrigida em relação ao tratamento testemunha.

Excluído: .

**TABELA 5.** Efeito dos produtos na redução do número de adultos formados em relação ao número inicial de larvas de terceiro instar, redução na fecundidade e viabilidade de fêmeas proveniente de larvas de terceiro instar e adultos de *Chrysoperla carnea* expostas aos resíduos dos produtos.

Tratamento	<sup>1</sup> Ad_L (%)	Redução (%) <sup>2</sup>	Classe <sup>3</sup>	Fecundidade (ovo/fêmea/dia)	Redução (%) <sup>2</sup>	Classe	Viabilidade (%)	Redução (%)	Classe
<b>Larva</b>									
Deltametrina	53,38	42,71	2	32,89	17,7	1	80,79	3,52	1
Clorpirifós	*	*	*	*	*	*	*	*	*
λ – cihalotrina	73,81	18,42	1	27,39	31,46	2	82,41	1,6	1
Abamectina	88,09	2,64	1	28,24	29,33	1	70,49	15,82	1
Hexitiazox	83,33	7,90	1	29,73	25,6	1	67,19	19,76	1
Pendimetalina	95,24	0,00	1	32,73	18,1	1	74,67	10,83	1
Controle	90,48	----	----	39,96	----	----	83,74	----	----
<b>Adulto</b>									
Tratamento	Fecundidade (ovo/fêmea/dia)		Redução (%)	Classe	Viabilidade (%)	Redução (%)	Classe		
Deltametrina	0,25		99,42	3	0,00	100,00	4		
Clorpirifós	----		----	----	----	----	----		
λ – cihalotrina	----		----	----	----	----	----		
Abamectina	35,04		18,96	1	69,60	12,80	1		
Hexitiazox	41,67		3,63	1	77,72	2,63	1		
Controle	43,24		----	----	79,82	----	----		

<sup>1</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas de terceiro instar tratadas. <sup>2</sup> Percentagem de redução calculada em relação ao tratamento testemunha. <sup>3</sup>Classe de toxicidade estabelecida pela IOBC/WPRS (STERK et al., 1999; VAN DE VEIRE et al., 2002), onde: classe 1 = inofensivo (<30% de redução), classe 2 = levemente nocivo (30 a 79% de redução), classe 3 = moderadamente nocivo (80% a 99% de redução) e classe 4 = nocivo (>99% de redução).

Constatou-se que os tratamentos causaram efeito no tempo de duração do terceiro estágio larval de *C. carnea* ( $F = 11,06$ ; g.l. = 5,216;  $p = <0,001$ ). Deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina causaram o alongamento do período larval com médias de 3,96 e 3,97 dias, respectivamente. O produto pendimentalina provocou redução do terceiro estágio, com média de 2,29 dias. Os demais tratamentos apresentaram médias que variaram de 2,85 a 3,18 dias (Tabela 6).

A duração da fase de pupa foi reduzida em função da aplicação de deltametrina, abamectina e hexitiazox, com médias de 8,39; 8,59 e 8,17 dias, respectivamente ( $F = 4,5$ ; g.l.= 5,202;  $p = <0,001$ ) (Tabela 6).

**TABELA 6.** Duração de o terceiro instar e do período pupal de *Chrysoperla carnea* em função da exposição aos resíduos dos produtos fitossanitários.

Tratamentos	Duração (dias)	
	Larva de 3º instar	Pupa
Deltametrina	3,96 ± 0,23 a*	8,39 ± 0,22 b
Clorpirifós	----	----
$\lambda$ – cihalotrina	3,97 ± 0,18 a	9,03 ± 0,22 a
Abamectina	3,18 ± 0,25 b	8,59 ± 0,10 b
Hexitiazox	2,85 ± 0,21 b	8,17 ± 0,10 b
Pendimetalina	2,29 ± 0,12 c	8,80 ± 0,12 a
Controle	2,92 ± 0,18 b	8,82 ± 0,13 a
<i>P</i> – valor	< 0,001	< 0,001

\*Médias ( $\pm$  SE) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Quando foi determinado o efeito total de cada produto, levando-se em consideração seus efeitos na mortalidade, fecundidade e viabilidade dos insetos provenientes das larvas de terceiro instar tratadas, observou-se que clorpirifós foi o mais tóxico para *C. carnea* e foi classificado como nocivo (classe 4); o inseticida deltametrina foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3); os produtos  $\lambda$ -cihalotrina, abamectina e hexitiazox foram considerados como

levemente nocivos (classe 2), e pendimetalina mostrou-se inofensivo (classe 1) (Tabela 3).

Quanto ao efeito total de cada composto sobre insetos adultos, constatou-se que deltametrina,  $\lambda$ -cihalotrina e clorpirifós foram tóxicos, sendo classificados como nocivos (classe 4), e abamectina e hexitiazox foram levemente nocivos (classe 2) (Tabela 3).

A análise de sobrevivência de *C. carnea*, quando expostos aos resíduos dos produtos, demonstrou que ocorreram diferenças entre os tratamentos tanto para a fase de larva (teste Log-rank,  $\chi^2 = 319,74$ ; g.l. = 6;  $p < 0,001$ ) quanto para a adulta (teste Log-rank,  $\chi^2 = 213,81$ ; g.l. = 5;  $p < 0,001$ ) do predador. A porcentagem de sobrevivência dos insetos sem exposição aos produtos químicos foi de 47,62% até o vigésimo oitavo dia de avaliação para larvas de *C. carnea* que receberam a aplicação dos produtos no terceiro instar, sendo que para os insetos adultos foi de 61,11% até o décimo dia de avaliação (Figura 4).

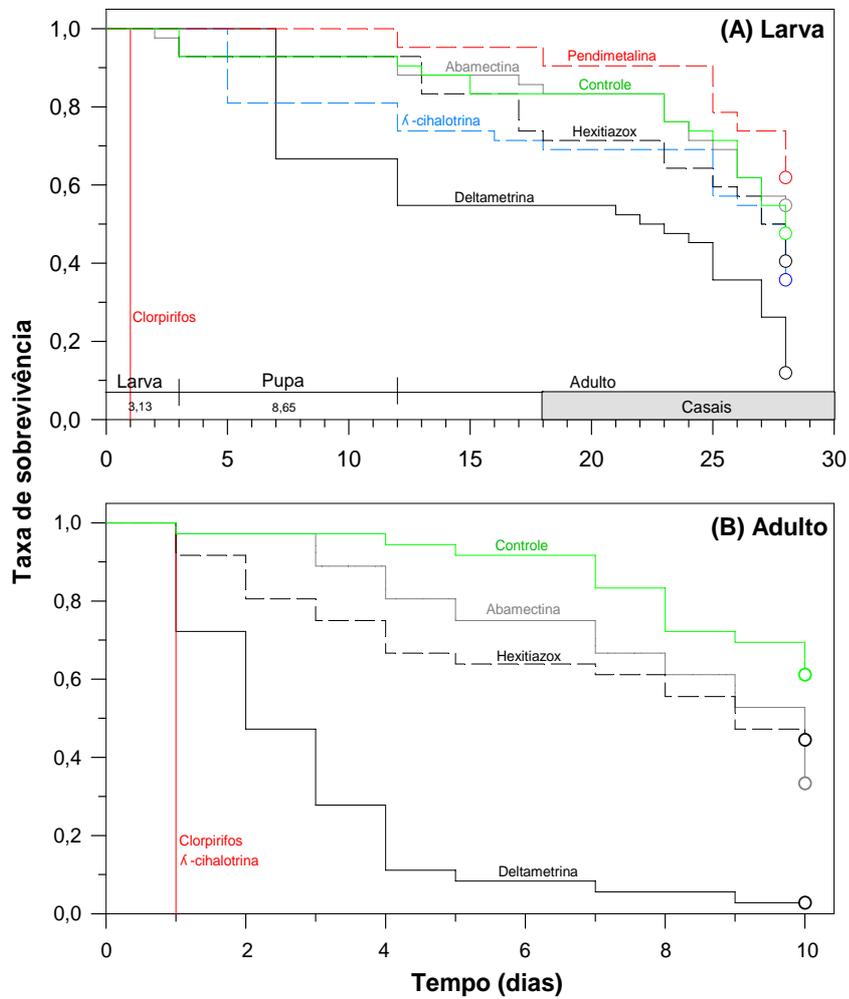
Clorpirifós causou 0,0% de sobrevivência para larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea* 24 horas após entrarem em contato com seus resíduos. O inseticida  $\lambda$ -cihalotrina permitiu apenas 35,73% de sobrevivência dos espécimes provenientes de larvas de terceiro instar tratadas, e quanto aos adultos causou 0,00% de sobrevivência às 24 horas após entrarem em contato com seus resíduos. Deltametrina permitiu a sobrevivência de apenas 11,91% dos insetos provenientes das larvas de terceiro instar de *C. carnea* tratadas e 2,78% de sobrevivência dos insetos adultos de *C. carnea* expostos aos produtos ao final dos experimentos (Figura 4).

As curvas de sobrevivência dos tratamentos abamectina, hexitiazox e controle se comportaram de forma semelhante para ambos os estágios de desenvolvimento do predador, larval e adulto, com médias de 54,76%; 40,48%; 47,62%; 33,33%; 44,44% e 61,11%, respectivamente. O produto pendimetalina apresentou sua curva de sobrevivência estatisticamente igual ao tratamento

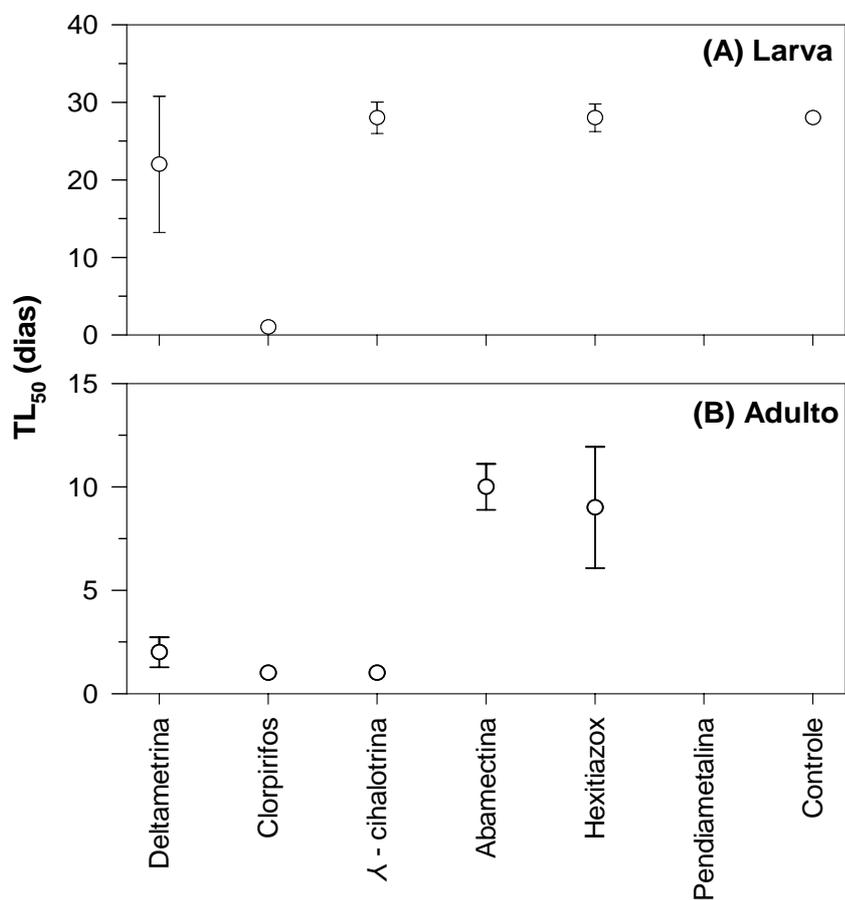
controle em relação ao efeito sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea* (Figura 4).

O composto que apresentou menor tempo de sobrevivência (TL<sub>50</sub>) tanto para larvas de terceiro instar quanto para adultos de *C. carnea* foi o clorpirifós, com TL<sub>50</sub> de apenas um dia. Os tratamentos  $\lambda$ -cihalotrina, hexitiazox e controle apresentaram TL<sub>50</sub> de 28 dias para larvas de terceiro instar, sendo que para os dois primeiros o TL<sub>50</sub> foi de nove dias quando aplicados sobre adultos de *C. carnea*. Para pendimetalina o TL<sub>50</sub> não foi determinado em função de o produto ter causado menos de 50% de mortalidade dos insetos adultos proveniente de larvas tratadas até o final do experimento. Para os insetos adultos a TL<sub>50</sub> do produto pendimetalina não foi avaliado. Quando se aplicou deltametrina em larvas de terceiro instar de *C. carnea* observou-se uma demora de aproximadamente 23 dias para matar 50% da população; no entanto, quando aplicado em adultos foi mais tóxico, apresentando TL<sub>50</sub> de apenas 2 dias (Figuras 4 e 5).

Os TL<sub>50</sub> para abamectina e tratamento controle não foram calculados para larvas de terceiro instar e adultos de *C. carnea*, devido não terem causado 50% de mortalidade da população ao final de experimento. Abamectina apresentou um TL<sub>50</sub> para adultos de *C. carnea* de 10 dias, sendo que para larvas não foi possível calcular o TL<sub>50</sub>, devido o mesmo não ter causado 50% de mortalidade da população ao final do experimento (Figuras 4 e 5).



**FIGURA 4.** Curva de sobrevivência de (A) larvas de terceiro instar ( $n = 42$ ) e (B) adultos ( $n = 36$ ) de *Chrysoperla carnea* expostos aos produtos. A duração de cada fase de desenvolvimento (A) está indicada na figura.



**FIGURA 5.** Mediana do tempo letal para matar 50% da população do inseto (TL<sub>50</sub>) de (A) larvas de terceiro instar e (B) adultos de *Chrysoperla carnea* expostos aos inseticidas. O símbolo representa a mediana e a barra vertical o intervalo de confiança do TL<sub>50</sub> a 95% de significância (larva: n = 42; adulto: n = 36).

#### 4 DISCUSSÃO

A baixa mortalidade, até 72 horas, de larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas aos produtos deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina, pertencente ao grupo químico dos piretroides, pode estar relacionada à grande capacidade que esses insetos têm em degradar essas substâncias. Sayyed, Pathan e Faheem (2010) avaliando a resistência de populações de *C. carnea* a deltametrina, relataram que a capacidade desses insetos em degradar a molécula desse inseticida está relacionada às atividades das enzimas esterases.

A baixa toxicidade de abamectina e inseticidas do grupo dos piretroides para *C. carnea* já foi relatada por vários pesquisadores (BADAWY; EL-ARNAOUTY, 1999; NASREEN, GHULAM, ASHFAQ, 2005; NASREEN; MUSTAFA; ASHFAQ, 2003; RAJAKULENDRAN; PLAPP, 1982; STERK et al., 1999).

Quando as larvas de terceiro instar de *C. carnea* foram expostas ao resíduo do produto abamectina, verificou-se uma mortalidade de 2,38%, dados semelhantes foram encontrados por Sattar (2010) que estudando o efeito desse mesmo composto obtiveram 5% de mortalidade de larvas. Giolo et al. (2009) verificaram que a mortalidade acumulada até a emergência dos insetos quando aplicaram-se abamectina e deltametrina na fase de larva, foi de 31,4% e 0,0%, respectivamente. O resultado referente ao produto deltametrina foi igual ao encontrado no presente trabalho, quando as larvas de terceiro instar foram expostas até 72 horas ao produto; entretanto, quando se avaliou a mortalidade final verificou-se que esse produto apresentou média de 74,99%.

Observou-se que hexitiazox não afetou a sobrevivência de larvas de terceiro instar de *C. carnea* até 72 horas após exposição ao produto, corroborando com resultados de Bueno e Fretias (2001) e Hassan et al. (1991), os quais estudando o efeito de vários produtos sobre larvas de primeiro instar de

*C. carnea* e larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa*, respectivamente, o classificaram como inofensivo (classe 1).

A grande mortalidade (100%), verificada no presente trabalho, para larvas de terceiro instar de *C. carnea*, 24 horas após serem expostas ao inseticida clorpirifós, pode estar relacionada ao fato desse inseticida pertencer ao grupo químico dos organofosforados. Sabe-se, que os organofosforados são responsáveis por impedir a degradação da acetilcolina ou inibir a enzima acetilcolinesterase, provocando o acúmulo da acetilcolina na sinapse, com isso, levando o inseto a distúrbios neurológicos (RIGITANO; CARVALHO, 2001). Resultados semelhantes foram encontrados por Sabry e El-Sayed (2011), os quais avaliaram os efeitos desse mesmo produto sobre larvas de segundo instar de *C. carnea* e verificaram 100% de mortalidade.

Confirmando a alta toxicidade dos produtos do grupo químico dos organofosforados aos crisopídeos, Ferreira et al. (2006) e Silva et al. (2005) constataram que após a aplicação de clorpirifós sobre larvas de primeiro instar de *C. externa* ocorreu 100% de mortalidade dos insetos.

Moura, Carvalho e Botton (2012) estudando os efeitos de 4 inseticidas do grupo químico dos organofosforados (triclorfon, carbaril, fenitrotion e metidation) sobre duas populações de *C. externa*, verificaram que para ambas as populações os produtos causaram 100% de mortalidade das lavras de primeiro instar, confirmando os dados encontrados no presente estudo para o produto clorpirifós.

Singh e Varma (1986) observaram que fenitrotion foi altamente tóxico para larvas de primeiro instar de *C. carnea*, causando 90,0% de mortalidade dos insetos às 72 horas após a exposição aos seus resíduos.

O resultado encontrado no presente trabalho, para larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas ao herbicida pendimetalina 72 horas após sua aplicação, assemelhou-se ao de Castilhos et al. (2011a), os quais avaliaram o

efeito do herbicida glifosato sobre larvas de *C. externa* e constataram que o mesmo proporcionou mortalidade total de 5,41%.

Os produtos clorpirifós e  $\lambda$ -cihalotrina estudados no presente trabalho foram tóxicos a adultos de *C. carnea*, causando 100% de mortalidade, sendo classificados como nocivos (classe 4), confirmando resultados obtidos por Sabry e El-Sayed (2011), os quais constataram que esses compostos foram moderadamente nocivos (classe 3) para adultos dessa espécie de crisopídeo, provocando mortalidades de 83,33% e 85,7%, respectivamente.

Sattar (2010) também constatou alta toxicidade de clorpirifós e baixa de abamectina aos insetos adultos de *C. carnea*, com mortalidades de 91,2% e 0%, respectivamente após 48 horas de contato dos insetos com seus resíduos.

Os insetos adultos de *C. carnea* usados no presente trabalho apresentaram maior susceptibilidade aos produtos testados em comparação às larvas de terceiro instar, corroborando com observações realizadas por Giolo et al. (2009) e Medina et al. (2004), com essa mesma espécie de predador.

A menor toxicidade de deltametrina aos adultos de *C. carnea*, até 72 horas após a exposição dos insetos a seus resíduos, observada em nosso estudo, pode estar relacionada ao seu maior peso molecular (505,2) quando comparado com o produto  $\lambda$ -cihalotrina (449,9), visto que substâncias de maior peso molecular possuem menor taxa de penetração na cutícula dos insetos (STOCK; HOLLOWAY, 1993).

A grande mortalidade 97,22% verificada no final do presente trabalho para os adultos de *C. carnea* quando expostos aos resíduos de deltametrina, também foi constatada por Godoy et al. (2004) e Silva et al. (2006). Os autores estudaram a ação de deltametrina e betacifutrina para adultos de *C. externa* e encontraram médias de mortalidade de 100% e 82,5%, respectivamente. Sabry e El-Sayed (2011) avaliando o efeito de cipermetrina, pertencente ao grupo

químico dos piretroides, sobre adultos de *C. carnea*, verificaram mortalidade de 80,0%, classificando-o como moderadamente nocivo (classe 3).

A menor toxicidade de deltametrina a crisopídeos verificada em alguns trabalhos (CASTILHOS et al., 2011b; GIOLO et al., 2009) e a maior toxicidade verificada (GODOY et al., 2004), pode estar relacionada a vários fatores, destacando-se a diferença na metodologia empregada e nas doses utilizadas, pois segundo Sayyed, Pathan e Faheem (2010) o grau de toxicidade a deltametrina depende da concentração testada. Além disso, outro fator muito importante é a origem da população utilizada, visto que esses autores relataram que populações de *C. carnea* coletadas no campo e utilizadas nos bioensaios apresentavam uma alta frequência de alelos de resistência em comparação às populações oriundas de laboratório.

A inocuidade de hexitiazox encontrada no presente estudo, para adultos de *C. carnea*, confirmam os resultados verificados por Bozsik (1995), o qual estudou o efeito desse composto sobre adultos de *C. carnea* e também o classificou como inofensivo (classe 1). Bueno e Freitas (2001) e Carvalho, Carvalho e Ferreira (2011) também analisaram o efeito de hexitiazox sobre adultos de *C. externa* e não encontraram insetos mortos, sendo o composto considerado inofensivo.

Os resultados de porcentagem de pupas formadas (83,33%) a partir de larvas de terceiro instar de *C. carnea* tratadas com hexitiazox, verificada na presente pesquisa, se assemelham com aqueles de Bueno e Freitas (2001), os quais estudaram a toxicidade desse produto em diferentes concentrações para larvas de terceiro instar de *C. externa* e encontraram médias entre 96,66% a 86,66% de pupação.

Não foi possível avaliar o número de pupas provenientes de larvas tratadas com clorpirifós, visto que o mesmo causou 100,0% de mortalidade das larvas, assim como os resultados encontrados por Balasubramani e Swamiappan

(1997), que verificaram alta toxicidade desse produto para larvas de *C. carnea* em condições de laboratório.

Verificou-se que abamectina não causou efeito na porcentagem de pupas formadas em relação ao número de larvas de terceiro instar de *C. carnea* tratadas, sendo considerado inofensivo, corroborando com informações de Giolo et al. (2009), os quais avaliando outra marca comercial desse mesmo princípio ativo, encontraram redução de 22,9% na formação de pupas.

De modo geral, observou-se que deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina, pertencentes ao grupo químico dos piretroides, quando em contato com larvas de terceiro instar de *C. carnea* não causaram efeito no número de pupas formadas. Essa observação vem confirmar o resultado encontrado por Carvalho et al. (2002), que estudaram o efeito de esfenvalerate, também do grupo químicos dos piretroides, e verificaram 100,0% de pupas formadas a partir de larvas de terceiro instar de *C. externa* expostas a seus resíduos.

O baixo efeito dos produtos testados no presente trabalho em relação à porcentagem de emergência de adultos de *C. carnea* provenientes de larvas de terceiro instar tratadas também foi constatado por Giolo et al. (2009), os quais avaliaram os efeitos de produtos dos grupos químicos dos piretroides, organofosforados e avermectinas sobre larvas de primeiro instar de *C. carnea* e não observaram efeito negativo na emergência de adultos.

O número de adultos formados a partir do número inicial de larvas de terceiro instar de *C. carnea* expostas aos produtos, foi reduzido apenas por deltametrina. Possivelmente, foi devido à elevada mortalidade provocada por esse composto às larvas de *C. carnea* após 72 horas de exposição ao produto e à incapacidade de algumas larvas que sobreviveram em confeccionar o casulo, transformando-se em pupas faratas e não conseguindo transformar-se em adultos.

Deltametrina afetou a razão sexual de *C. carnea* oriundos de larvas de terceiro instar expostas ao resíduo desse produto; entretanto, não foi encontrada na literatura informações de que essa molécula tenha causado efeito nessa característica biológica. Os demais produtos mostraram-se inócuos, apresentando médias de 0,45 a 0,55, assemelhando-se aos resultados de Godoy et al. (2004) e Silva et al. (2006) para *C. externa*.

A inocuidade de abamectina, deltametrina e hexitiazox verificada no presente estudo, em relação à fecundidade e viabilidade de ovos de *C. carnea* produzidos por adultos provenientes de larvas de terceiro instar contaminadas, assemelha-se àquela encontrada por Bueno e Freitas (2001; 2004) e Giolo et al. (2009) que estudando o efeito desses mesmos compostos sobre a fecundidade e viabilidade de ovos de insetos adultos provenientes de larvas de primeiro instar *C. carnea* e larvas de primeiro, segundo e terceiro instar de *C. externa* relataram o efeito inofensivo desses produtos.

Em função do efeito total causado por  $\lambda$ -cihalotrina sobre larvas de primeiro instar de *C. carnea*, Bligle e Waldburger (1994) o enquadraram na classe 1; entretanto, na presente pesquisa esse mesmo produto foi enquadrado na classe 2 quando aplicado sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea*. Essa maior toxicidade observada pode estar relacionada à maior concentração do produto testado (Karate 10% WG) em comparação ao avaliado pelos outros autores (Karate 5% EC).

A toxicidade de hexitiazox na fecundidade de *C. externa* foi avaliada por Bueno e Freitas (2001), os quais verificaram que esse composto se mostrou inofensivo. Todavia, Carvalho, Carvalho e Ferreira (2011) estudando o efeito dessa mesma molécula inseticida sobre a fecundidade e viabilidade de ovos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), constataram que houve redução na fecundidade com média de 6,1 ovos/fêmea/dia, o que difere do resultado encontrado no presente trabalho, onde hexitiazox não casou

efeito em nenhum dos dois parâmetros avaliados para adultos de *C. carnea*, com médias de 41,61 ovos/fêmea/dia e 77,72% de ovos viáveis.

Os adultos sobreviventes de *C. carnea* que foram expostos ao resíduo de deltametrina tiveram médias do número de ovos colocados por fêmea/dia e de viabilidade dos ovos produzidos, de 0,25 e 0%, respectivamente. Provavelmente, isto ocorreu devido os inseticidas terem a capacidade de causar em alguns predadores um efeito indireto, mudando o seu comportamento e atrasando a cópula, reduzindo com isso o período de fertilidade, além disso, a exposição aos inseticidas pode alterar a coordenação motora durante o comportamento de oviposição (ALIX et al., 2001; DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007; DESNEUX; PHAM-DELÉGUE; KAISER, 2004). Haynes (1998) afirmou que a reprodução envolve uma série de eventos fisiológicos e comportamentais, as quais são coordenadas pelo sistema nervoso e hormonal do inseto. Inseticidas podem perturbar essa coordenação e, assim, resultar em diminuição do sucesso reprodutivo.

O efeito deletérico causado pelos produtos do grupo químico dos piretroides, também foi verificado por Santa-Cecilia, Souza e Carvalho (2007), que estudando o efeito do inseticida fenvalerate na dosagem de 50 mL/100 L sobre fêmeas de *C. cubana*, observaram fecundidade de 0,8 ovo/fêmea/dia e 0% de viabilidade. Graflon-Cardwell e Hoy (1985), também avaliaram a ação tóxica de fenvalerate para adultos de *C. carnea* e verificaram acentuada redução no número de ovos produzidos, quando esses insetos ficaram expostos aos seus resíduos, durante 72 horas, em placas de Petri.

A fecundidade e viabilidade de ovos de adultos de *C. carnea* expostos ao produto abamectina não foram afetadas, confirmando os resultados de Giolo et al. (2009), Godoy et al. (2004) e Moura et al. (2010) para *C. externa* e *C. carnea*.

Os produtos deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina foram os que provocaram a maior duração do estágio de larvas de terceiro instar de *C. carnea*, com médias de 3,96 e 3,97 dias, respectivamente. Esses resultados assemelham-se aos de Silva et al. (2005) e Vilela et al. (2010a) que avaliaram os efeitos dos piretroides betaciflutrina e fenprotrina e encontraram médias de duração de 3,3 e 3,5 dias, respectivamente para larvas de terceiro instar de *C. externa*. Castilhos et al. (2011a) pesquisaram o efeito de deltametrina sobre larvas de primeiro instar de *C. externa* e constataram prolongamento desse instar.

A toxicidade de abamectina nas concentrações de 0,0067 e 0,0255 g i.a.L<sup>-1</sup> para larvas de terceiro instar de *C. externa* foi pesquisada por Vilela et al. (2010a), que encontraram médias de duração do terceiro instar de 2,3 e 2,6 dias, respectivamente; entretanto, no presente trabalho a média encontrada foi de 3,18 dias de duração para larvas de terceiro instar de *C. carnea*. Essa discrepância de resultado pode estar relacionada à metodologia empregada pelo autor que difere da utilizada no presente estudo, além das espécies estudadas pelos autores serem diferentes.

O menor tempo de duração da fase de pupa observado no presente trabalho foi encontrado para deltametrina, abamectina e hexitiazox, pertencentes ao grupo químico dos piretroides, avermectinas e carboxamida, respectivamente, quando aplicados sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea*. Vilela et al. (2010b) estudaram os efeitos de fenprotrina (0,3 g i.a.L<sup>-1</sup>) e abamectina (0,0225 g i.a.L<sup>-1</sup>), do grupo químico dos piretroides, e avermectinas, respectivamente, e também constataram menor duração da fase de pupa (6,3 e 5,9 dias, respectivamente) quando aplicados sobre pré-pupas de *C. externa*.

O produto  $\lambda$ -cihalotrina quando expostos as larvas de terceiro instar de *C. carnea* foi enquadrado na classe 2, tal qual os resultados encontrados por Güven e Göven (2003), que verificaram efeito negativo dessa molécula sobre

larvas de primeiro instar de *C. carnea* e também o categorizaram na classe 2 de toxicidade.

O alto efeito total do clorpirifós na mortalidade e reprodução de adultos remanescentes de larvas expostas ao resíduo desse composto encontrado no presente estudo, também foi confirmada por Ferreira et al. (2006) e Silva et al. (2005) que relataram a alta toxicidade de produtos do grupo dos organofosforados para *C. externa*.

Avaliando o efeito total do resíduo do produto abamectina sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea* no presente trabalho, verificou-se que o mesmo foi enquadrado na classe 2, resultado esse, semelhante ao encontrado o Giolo et al. (2009), estudando o efeito desse mesmo ingrediente ativo sobre larva de primeiro instar de *C. carnea*. Entretanto Castilhos et al. (2011a), Vilela et al. (2010b) e Bueno e Freitas (2004) quando aplicaram abamectina em larvas de primeiro e terceiro instares de *C. externa*, o enquadraram na classe 1 quanto ao efeito total.

Assim como os resultados encontrados no presente estudo, Castilhos et al. (2011a) avaliaram a toxicidade de deltametrina para larvas de primeiro instar de *C. externa* e o enquadraram na classe 3 de toxicidade.

No presente trabalho, o efeito total de hexitiazox sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea* foi semelhante ao encontrado por Bligle e Waldburger (1994), os quais avaliaram essa mesma molécula em larvas de primeiro instar de *C. carnea* e encontraram média de 39,3%, classificando-o como levemente nocivo (classe 2). Entretanto, Bueno e Freitas (2001) categorizaram esse mesmo ingrediente ativo, em diferentes dosagens, quando aplicado sobre larvas de terceiro instar de *C. externa*, como inofensivo (classe 1). A diferença no resultado encontrado no presente trabalho em comparação aos verificados por Bueno e Freitas (2001), pode ter ocorrido em função da dose utilizada por esses

autores, (3 g i.a. de produto/100 L de água) serem duas vezes mais baixa que a utilizada neste estudo (7,5 g i.a. produto/100L de água).

Quando se aplicou o produto deltametrina sobre adultos de *C. carnea* observevrou-se que esse composto foi enquadrado na classe 4 quanto ao seu efeito total, resultado esse semelhante os encontrados por Castilho et al. (2011b) e Godoy et al. (2004), ao estudar esse mesmo composto sobre adultos de *C. externa*.

O efeito total causado pelo produto abamectina no presente estudo quando aplicado sobre adultos de *C. carnea*, foi semelhante ao encontrado por Godoy et al. (2004) e Vilela et al. (2010b). Esses autores avaliaram o efeito desse mesmo ingrediente ativo sobre adultos de *C. externa* e o enquadraram na classe 2. No entanto, Giolo et al. (2009) categorizaram esse composto como inofensivo (classe 1) quando aplicado sobre adultos de *C. carnea*. Provavelmente, essa diferença de resultados pode estar relacionada ao fato de que os autores utilizaram produtos de marcas comerciais diferentes, uma vez que os inertes podem também influenciar na toxicidade do produto.

O produto hexitiazox quando em contato com os insetos adultos de *C. carnea* no presente trabalho, foi classificado como levemente nocivo, entrando Bueno e Freitas (2001) avaliando o efeito desse mesmo composto sobre adultos de *C. externa* o classificaram como inofensivo.

Em relação ao efeito total causado por  $\lambda$ -cihalotrina não foi encontrado na literatura trabalhos que avaliassem o efeito do mesmo sobre adultos de *C. carnea*, não sendo assim possível a comparação de resultados.

A alta toxicidade do produto clorpirifós verificada quando aplicado sobre adultos de *C. carnea* o enquadrando na classe 4 quanto ao seu efeito total também foi relatado por Cosme et al. (2009) e Silva et al. (2006) em estudos desse mesmo produto sobre adultos de *C. externa*.

Por meio da análise de sobrevivência de larvas de terceiro instar de *C. carnea* expostas aos produtos, verificou-se que clorpirifós causou 100% de mortalidade logo após 24 horas de exposição dos insetos aos seus resíduos, demonstrando sua alta toxicidade para este predador. Cordeiro et al. (2010) avaliaram o efeito de Malathion<sup>®</sup> 500 CE, também do grupo químico dos organofosforados, e confirmaram a alta toxicidade, registrando 0% de sobrevivência de larvas de primeiro instar de *C. externa* e de *C. cubana* em 43 e 12 horas, respectivamente após serem tratadas.

Deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina quanto em contato com larvas de terceiro instar de *C. carnea* causaram mortalidade média de 88,9% e 64,27%, respectivamente, após 27 dias. Todavia ao estudarem a toxicidade de Piredan CE (piretroide) na sobrevivência de larvas de *C. externa* e *C. cubana*, Cordeiro et al. (2010) verificaram 100% de mortalidade das larvas às 66 e 17 horas respectivamente, após o contato com seus resíduos.

O produto clorpirifós ao ser avaliado quanto ao seu efeito na sobrevivência ao longo do tempo de adultos de *C. carnea* demonstrou-se tóxico, causando 0 % de sobrevivência, se assemelhando com os dados encontrados por Castilho et al. (2011b), quando avaliaram o efeito dos compostos malathion, fosmete, demetoad e fenitrotiona, também do grupo químico dos organofosforados, sobre adultos de *C. externa*.

No presente trabalho,  $\lambda$ -cihalotrina, quando aplicado sobre adultos de *C. carnea*, causou 0,0% de sobrevivência após 24 horas do contato com o produto, assemelhando com os dados encontrado por Godoy et al. (2010) que analisaram a curva de sobrevivência de adultos de *C. externa* e *C. cubana* após terem sido contaminados com tiametoxam também neurotóxico e verificaram 100% de mortalidade dos insetos 24 horas após o contato com seus resíduos. O produto deltametrina não causou efeito em curto prazo, mas com o passar do tempo mostrou-se tóxico a esse predador com média de 2,78% de sobrevivência dos

insetos adultos ao final do experimento. Os produtos abamectina e hexitiazox se comportaram de forma semelhante ao tratamento controle.

Rogers, Krischik e Martin (2007) estudando o efeito de imaclopride, um inseticida neurotóxico, nas dosagens de 6 e 12 gramas por planta, verificaram redução na porcentagem de sobrevivência de 14,0% e 6,0%, respectivamente após 10 dias de alimentação dos adultos de *C. carnea* com néctar de flores provenientes de plantas tratadas.

O menor tempo de sobrevivência (TL<sub>50</sub>), cerca de um dia, para larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas ao produto clorpirifós, demonstra a alta toxicidade deste composto a esses insetos. Isto se assemelha com pesquisas que vêm relatando a ação tóxica de produtos do grupo químicos dos organofosforados a crisopídeos. Cordeiro et al. (2010) pesquisaram o efeito do inseticida malation sobre larvas de primeiro instar de *C. externa* e de *C. cubana* e também verificaram que esse produto matou mais de 50% dos insetos em menos de 24 horas.

Os produtos deltametrina e  $\lambda$ -cihalotrina (piretroides) demoraram cerca 23 e 28 dias respectivamente, para atingir a TL<sub>50</sub>, entretanto Cordeiro et al. (2010) avaliando o produto permethrin sobre larvas de *C. externa* e *C. cubana* verificaram que o mesmo demorou menos de 24 horas para atingir a TL<sub>50</sub>.

A nocividade dos produtos organofosforados e piretroides relatados no presente estudo para *C. carnea*, vêm reforçar os relatos de Croft (1990), de que são compostos de largo espectro de ação e geralmente são considerados nocivos a vários inimigos naturais.

A elevada toxicidade dos organofosforados ao predador, verificada no presente estudo, pode estar relacionada à atividade pró-insecticida deste grupo químico, que geralmente ao penetrar no corpo dos insetos sofre reações que os tornam mais tóxicos. Também o carácter lipofílico de alguns insecticidas pode colaborar para que as moléculas atravessem a camada lipídica

da epicutícula do tegumento, facilitando sua translocação para o sítio de ação. De acordo com Fernandes, Bacci e Fernandes (2010), compostos lipofílicos apresentam maior afinidade com a cutícula do inseto e por isso são mais facilmente absorvidos e translocados para o seu sítio de ação.

## 5 CONCLUSÕES

Os inseticidas clorpirifós e deltametrina são nocivos e moderadamente nocivos, respectivamente, para larvas de terceiro instar de *C. carnea* e nocivos para adultos de *C. carnea*.

O produto  $\lambda$ -cihalotrina é levemente nocivo e nocivo para larvas e adultos de *C. carnea*, respectivamente, necessitando de mais estudos em condições de laboratório e casa de vegetação para a confirmação ou não de sua toxicidade.

Abamectina e hexitiazox são levemente nocivos para larvas e adultos, enquanto pendimetalina é inofensivo para larvas de terceiro instar de *C. carnea*, podendo ser recomendados em programas de MIP na cultura do milho visando a preservação dessa espécie na Espanha.

**REFERÊNCIAS**

- ABBOTT, W. S. A method for computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265-267, 1925.
- ALIX, A. et al. Selectivity assessment of chlorfenvinphos reevaluated by including physiological and behavioral effects on an important beneficial insect. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 20, p. 2.530-2.536, Apr. 2001.
- BADAWY, H. M. A.; EL-ARNAOUTY, S. A. Direct and indirect effects of some insecticides on *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Neuropterology**, [s.l.], v. 2, p. 67-74, 1999.
- BALASUBRAMANI, V.; SWAMIAPPAN, M. Persistent toxicity of some insecticides to the green lacewing *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Ecotoxicology and Environmental Monitoring**, Palani, v. 7, n. 3, p. 197-200, 1997.
- BIGLER, F.; WALDBURGER, M. Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory and semi-field. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 17, p. 55-69, 1994.
- BOZSIK, A. Effect of some zoocides on *Chrysoperla carnea* adults (Planipennia, Chrysopidae) in the laboratory. **Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz**, [s.l.], v. 68, p. 58-59, 1995.
- BUENO, A. F.; FREITAS, S. Effect of the insecticides abamectin and lufenuron on eggs and larvae of *Chrysoperla externa* under laboratory conditions. **BioControl**, Dordrecht, v. 49, p. 277-283, 2004.
- 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. 74-77, jan./jul. 2001.

CARVALHO, G. A.; CARVALHO, C. F.; FERREIRA, M. N. Toxicidade de acaricidas a ovos e adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 165-171, jan./fev. 2011.

CARVALHO, G. A. et al. Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 615-621, out./dez. 2002.

CASTAÑERA, P. Plagas del maíz. In: JORNADAS TÉCNICAS SOBRE EL MAÍZ, 4., 1986, Lérida. **Anales...** Lérida: [s.l.], 1986. p. 1-24.

CASTILHOS, R. V. et al. **Seletividade de agrotóxicos recomendados na persicultura ao predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011a. 36 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 152).

CASTILHOS, R. V. et al. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêssigo a adultos do predador *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 33, n. 1, p. 73-80, mar. 2011b.

CORDEIRO, E. M. G. et al. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*. **Chemosphere**, Oxford, v. 81, p. 1.352-1.357, Aug. 2010.

COSME, L.V. et al. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 233-238, abr./jun. 2009.

CROFT, B. A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723 p.

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

DESNEUX, N.; PHAM-DELÉGUE, M. H.; KAISER, L. Effects of sublethal and lethal doses of lambda-cyhalothrin on oviposition experience and host searching behaviour of a parasitic wasp, *Aphidius ervi*. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 60, n. 4, p. 381-389, 2004.

DURÁN, J. R. E. et al. **Plagas, enfermedad y malas hierbas del maíz en el valle medio del erro**. Zaragoza, Intituicion Fernandao el Catolico. Borja: Gráfica Navarro, 1980. 145 p.

DUTTON, A. et al. Uptake of Bt toxin by herbivores feeding on transgenic maize and consequences for the predator *Chrysoperla carnea*. **Ecological Entomology**, London, v. 27, p. 441-447, 2002.

ESTRADA, C. I. N. **Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico**. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. 282 p.

FARINÓS, G. P. et al. Diversity and seasonal phenology of aboveground arthropods in conventional and transgenic maize crops in Central Spain. **Biological Control**, Orlando, v. 44, p. 362-371, 2008a.

FARINÓS, G. P. et al. Diversity and temporal phenology of spiders ground beetles and rove beetles in conventional and transgenic maize of Central Spain. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 33, p. 75-78, 2008b.

FERNANDES, F. L.; BACCI, L.; FERNANDES, M. S. Impact and selectivity of insecticides to predators and parasitoids. **EntomoBrasilis**, Vassouras, v. 3, n. 1, p. 1-10, abr. 2010.

FERREIRA, A. J. et al. Seletividade de inseticidas usados na cultura da macieira a duas espécies de *C. externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 378-384, mar./abr. 2006.

GARIBO, M. P **Efectividad biológica del depredador *Chrysoperla carnea* Stephens en el control de plagas**. 2007. Tesina 68 p. (Grado de Ingeniero Agrónomo Horticultor) – Escuela de Ciencias Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Apatzingán, 2007.

GASSEN, D. **Manejo de pragas asociadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 127 p.

GIOLO, F. P. et al. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditons. **BioControl**, Dordrecht, v. 54, n. 5, p. 626-635, Oct. 2009.

GODOY, M. S. et al. 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, maio/jun. 2004.

GODOY, M. S. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas em duas espécies de crisopídeos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 11, p. 1.253-1.258, Nov. 2010.

GÜVEN, B.; GÖVEN, M. A. Side effects of pesticides used in cotton and vineyard areas of aegean region on the green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Steph.) (Neuroptera: Chrysopidae), in the laboratory. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 26, n. 5, p. 21-24, 2003.

GRAFTON-CARDWELL, E. E.; HOY, M. A. Short-term effects of permethrin and fenvalente on oviposition by *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 78, n. 4, p. 955-959, 1985.

HASSAN, S. A. Activities of the IOBC/WPRS Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 17, n. 10, p. 1-5, 1994.

HASSAN, S. A. et al. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working group "pesticides and beneficial organisms". **Entomophaga**, Paris, v. 36, n. 1, p. 55-67, 1991.

HAYNES, K. F. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. **Annual Reviews of Entomology**, Palo Alto, n. 33, p. 149-168, 1998.

HILBECK, A. et al. Prey-mediated effects of Cry1Ab toxin and protoxin and Cry2A protoxin on the predator *Chrysoperla carnea*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 91, p. 305-316, 1999.

HILBECK, A. et al. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* Cry1Ab toxin to the predator *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, Maryland, v. 27, p. 1.255-1.263, 1998a.

HILBECK, A. et al. Effects of transgenic *Bacillus thuringiensis* corn-fed prey on mortality and development time of immature *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, Maryland, v. 27, p. 480-487, 1998b.

JACAS, J.; VIÑUELA, E. Side-effects of pesticides on the parasitoid *Opius concolor*. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 17, p. 143-146, 1994.

MEDINA, P. et al. Toxicity of fipronil to the predatory lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 261-268, 2004.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; BOTTON, M. Residual effect of pesticides used in integrated apple production on *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) larvae. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 72, n. 2, p. 217-223, Apr./June 2012.

MOURA, A. P. et al. Selectivity of pesticides used in integrated apple production to the lacewing, *Chrysoperla externa*. **Journal of Insect Science**, Tucson, v. 10, n. 121, p. 1-20, 2010.

NASREEN, A.; GHULAM, M.; ASHFAQ, M. Mortality of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) after exposure to some insecticides; laboratory studies. **South Pacific Studies**, [s.n.], v. 26, p. 1-6, 2005.

NASREEN, A.; MUSTAFA, G.; ASHFAQ, M. Selectivity of some insecticides to *Chrysoperla carnea* (Stephen) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory. **Journal of Biological Sciences**, Pakistan, v. 6, p. 536-538, 2003.

OBRIST, L. B. et al. Biological activity of Cry1Ab toxin expressed by Bt maize following ingestion by herbivorous arthropods and exposure of the predator *Chrysoperla carnea*. **BioControl**, Dordrecht, v. 51, p. 31-48, 2006.

RAJAKULENDRON, S. V.; PLAPP, F. W. Synergism of five synthetic pyrethroids by chlordimeform against the tobacco budworm and a predator, *Chrysopa carnea*. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 75, n. 6, p. 1.089-1.092, 1982.

RIGITANO, R. L. O.; CARVALHO, G. A. **Toxicologia e seletividade de inseticidas**. Lavras: UFLA, FAEPE, 2001. 72 p.

ROGERS, M. A.; KRISCHIK, V. A.; MARTIN, L. A. Effect of soil application of imidacloprid on survival of adult green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), used for biological control in greenhouse. **Biological Control**, Orlando, v. 42, p. 172-177, 2007.

SABRY, K. H.; EL-SAYED, A. A. Biosafety of a biopesticide and some pesticides used on cotton crop against green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stehens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Biopesticides**, Tamil Nadu, v. 4, n. 2, p. 214-218, 2011.

SAS Institute. **SAS for Windows**. Version 9.0. Cary, 2002.

SANTA-CECILIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Seletividade de alguns inseticidas/acaricidas aos adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 8, p. 803-806, 1997.

SATTAR, M. M. **Investigations on *Chrysoperla carnea* (stephens) (neuroptera: chrysopidae) as a biological control agent against cotton pests in pakistan**. 2010. 193 p. Thesis (Ph.D. in Entomology) - Faculty of Crop Protection to Sindh Agriculture University, Tando Jam In, 2010.

SAYYED, A. H.; PATHAN, A. K.; FAHEEM, U. Cross-resistance, genetics and stability of resistance to deltamethrin in a population of *Chrysoperla carnea* from Multan, Pakistan. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 98, p. 325-332, 2010.

SILVA, R. A. et al. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 8-14, jan./fev. 2006.

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 predador. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 34, p. 951-959, nov./dez. 2005.

SINGH, P. P.; VARMA, G. C. Comparative toxicities of some insecticides to *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae: Neuroptera) and *Trichogramma rasilensis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera), two arthropod natural enemies of cotton pests. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 15, p. 23-30, 1986.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticides testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **BioControl**, Dordrecht, v. 44, p. 99-117, 1999.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanism for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 165-177, 1993.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A. Life history traits of *Chrysopa carnea* e *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae) influence and humidity. **Annals of Entomological Society of America**, College Park, v. 76, n. 2, p. 282-285, 1983.

VAN DE VEIRE, M. et al. Sequential testing scheme for the assessment of the side-effects of plant protection products on the predatory bug *Orius laevigatus*. **BioControl**, Dordrecht, v. 47, n. 1, p. 101-113, 2002.

VILELA, M. et al. Seletividade de acaricidas utilizados em cafeeiro para larvas de crisopídeos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 621-628, set./out. 2010a.

VILELA, M. et al. Seletividade de acaricidas utilizados em cafeeiro para pré-pupas e adultos de *chrysoperla externa* (hagen, 1861) (neuroptera: chrysopidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 505-510, jul./set. 2010b.

VOGT, H. Untersuchungen zu Nebenwirkungen von Insektiziden und Acariziden auf *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Mededelingen Rijksfaacuteit Landbouwwetenschappen te Gent**, Gent, v. 57, p. 559-567, 1992.

VOGT, H. et al. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS Publication, 2000. p. 107-119.

VOGT, H. et al. Side-effects of pesticides on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera, Chrysopidae): actual state of the laboratory method. In: HASKELL, P. T.; McEWEN, P. (Ed.). **Ecotoxicology**: Pesticides and Beneficial Organisms. Dordrecht: Kluwer Academic, 1998. p. 123-130.

### **CAPÍTULO 3**

**INFLUÊNCIA DA CHUVA NA PERSISTÊNCIA DE INSETICIDAS  
UTILIZADOS NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) NA ESPANHA  
SOBRE LARVAS DO PREDADOR *Chrysoperla carnea* (STEPHENS,  
1836) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE)**

## RESUMO

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são importantes predadores de várias pragas agrícolas devido seu alto potencial predatório e são comumente encontrados na cultura do milho (*Zea mays* L.), na Espanha. Entretanto, sua eficiência é comprometida na maioria das vezes devido à utilização de produtos químicos não seletivos. Desta forma, objetivou-se avaliar a influência da chuva artificial na persistência de inseticidas, utilizados na cultura do milho, sobre larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* (Stephans, 1836). Os inseticidas avaliados foram: deltametrina (DECIS® 1,5% EW, Piretroide, 12,45 mg i.a./L) e clorpirifós (CHAS® 48% EC, Organofosforado, 960 mg i.a./L) em suas maiores dosagens recomendadas pelos fabricantes, sendo estes aplicados sobre plantas de milho. Após 24 horas da aplicação dos produtos, parte das plantas que receberam os produtos foi submetida a uma chuva artificial de 2 mm e a outra ficou isenta de resíduos dos compostos. Utilizaram-se dois tratamentos controle compostos de água destilada, sendo um deles submetido à aplicação da chuva artificial. O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quarenta repetições, sendo cada uma composta de uma larva. As larvas de terceiro instar do predador foram expostas às folhas de milho contaminadas 1, 4, 7, 14, 21 e 31 dias após as pulverizações dos produtos. Os experimentos foram mantidos em câmaras climáticas a 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 16 horas. Deltametrina na ausência ou presença da chuva mostrou-se inofensivo para larvas de terceiro instar, sendo que clorpirifós se comportou de forma mais tóxica sendo enquadrado na classe 2 na presença da chuva artificial e na classe 4 na ausência da mesma. Devido ao baixo poder residual de deltametrina, esse composto pode ser recomendado em programas de manejo integrado de pragas na cultura do milho na Espanha, visando à preservação do predador nesta fase de desenvolvimento. Em função da alta toxicidade e poder residual do clorpirifós, recomenda-se que a liberação de larvas de terceiro instar de *C. carnea* seja realizada após 14 e 32 dias de sua aplicação na presença ou ausência de chuva, respectivamente.

**Palavras-chave:** Crisopídeo. Produtos fitossanitários. Chuva artificial. Poder residual. Seletividade.

### ABSTRACT

The lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) are important predators of a several agricultural pests due to their high predatory potential and are commonly found on the maize (*Zea mays* L.) crop in Spain. However, its efficacy is usually compromised due to the utilization of non-selective insecticides. Thereby, this study aimed to evaluate the influence of artificial rain on the persistence of the insecticides used on maize crop on third instar larvae of *Chrysoperla carnea* (Stephans, 1836). The insecticides evaluated was deltamethrin (DECIS® 1,5% EW, Pyrethroid, 12,45 mg a.i./L) and chlorpyrifos (CHAS® 48% EC, Organophosphate, 960 mg a.i./L) on their higher dosages recommended by the manufacturers to application on maize crop. After 24 hours of the application of the products, some of the plants that received the products were submitted to a 2mm artificial rain and the other did not. Two control treatments were used, where the plants were treated with distilled water and some received the artificial rain and some did not. It was used a complete randomized design with forty replicates, each one represented by one larvae. The third instar larvae were exposed to the maize leaves contaminated with the products 1, 4, 7, 14, 21 and 31 days after the application. The experiments were carried out in climate chambers at 25±2°C, UR de 70±10% and 16 hours of photophase. Deltamethrin on the presence or absence of rain was harmless to the third instar larvae, where as chlorpyrifos behave in a more toxic way and was classified as class 2 on the presence of artificial rain and class 4 on the absence of it. Due to the low residual power of deltamethrin, this compound can be recommended in pest management programs on the maize crop in Spain, seeking the preservation of the predator *C. carnea* in this phase of development. Due to the high toxicity and residual power of chlorpyrifos, it is recommended the release of the third instar larvae of *C. carnea* only after 14 and 32 days of its application on the presence or absence of the application of rainfall, respectively.

Key words: Lacewing. Pesticides. Artificial rain. Residual power.

## 1 INTRODUÇÃO

A Espanha possui aproximadamente 386 mil hectares plantados com a cultura do milho (*Zea mays* L.), e uma produção de cerca de 4,2 milhões de toneladas (MAGRAMA 2012), apesar dessa grande área e produção, essa cultura vêm sofrendo vários ataques de insetos pragas, destacando-se os pulgões, ácaros e os insetos da ordem Lepidoptera (CASTAÑERA, 1986; ESTRADA, 2008), que dependendo de suas densidades populacionais e do estágio fenológico que atacam a cultura do milho, podem causar sérios danos econômicos.

A principal tática de manejo de pragas adotada na cultura do milho é o controle químico. Além do elevado custo de adoção, o controle químico pode acarretar sérios impactos ao ambiente e ao homem, além de provocar a ressurgência e seleção de populações de pragas resistentes (GASSEN, 1996).

Uma alternativa para minimizar o impacto desses produtos em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) é a adoção do controle biológico com a utilização do predador *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae), comumente encontrado na cultura do milho na Espanha (FARINÓS et al., 2008a, 2008b). Insetos desse gênero são considerados como promissores no controle de pragas nessa cultura devido ao alto potencial reprodutivo e predatório, fácil criação em laboratório e grande adaptação em vários ambientes (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994; FREITAS; FERNANDES, 1996; NUÑEZ, 1988).

O controle biológico vem se destacando em todo mundo e é citado especificamente como o preferido nos modernos programas de produção agrícola, devido o menor impactor ao ambiente, aos organismos benéficos e maior aceitação da população.

No entanto, dentro do controle biológico, os crisopídeos em muitos casos não conseguem manter populações de pragas abaixo do nível de dano econômico, havendo necessidade de se recorrer ao uso do controle químico, que deve, no entanto ser compatível com os inimigos naturais de interesse, o qual pode ser alcançado usando produtos seletivos ou de baixa persistência. A identificação desses produtos é difícil devido à variedade de respostas das diferentes espécies de inimigos naturais aos compostos, sendo a escolha mais correta feita por meio do estudo de caso a caso, o que contribui para estabelecer a integração dos métodos biológico e químico em programas de MIP da cultura do milho.

A compatibilização entre os dois tipos de controle, biológico e químico, proporcionará que o predador conhecido como *C. carnea* possa desempenhar todo o seu potencial dentro de programas de MIP.

Vários fatores podem influenciar a toxicidade dos produtos químicos sobre os insetos benéficos, entre eles, pode-se destacar a precipitação pluviométrica. Em trabalhos desenvolvidos por Hulbert et al. (2011), McDowel et al. (1984) e Willis et al. (1992) foi verificado que grande parte dos produtos aplicados em plantas agrícolas, são lixiviados, pouco tempo após a ocorrência da chuva.

Desta forma, considerando o potencial e importância de *C. carnea* para o controle biológico de pragas, objetivou-se nesse trabalho estudar a influência da chuva na persistência e nos efeitos secundários de inseticidas utilizados na cultura do milho na Espanha sobre o predador *C. carnea*, a fim de gerar subsídios para programas de MIP nessa cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório da Unidade de Proteção de Cultivos do Departamento de Cultivos de Produção Vegetal: Botânico e Proteção Vegetal da Escola Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos da Universidade Politécnica de Madrid - UPM no período de abril a agosto de 2012.

### 2.1 Insetos utilizados nos ensaios

Os insetos utilizados no presente estudo foram provenientes de criação mantida na Unidade de Proteção de Cultivos do Departamento de Produção Vegetal da Escola Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos da Universidade Politécnica de Madrid-UPM, iniciada a partir de larvas de primeiro instar adquiridas na empresa Agrobío, localizada no município de A Mojónera (Almería-Espanha). As larvas foram alimentadas *ad libitum* com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) durante todo o experimento.

### 2.2 Produtos utilizados nos bioensaios

Os compostos testados foram deltametrina (DECIS<sup>®</sup> 1,5% EW, Piretroide, 12,45 mg i.a./L) e clorpirifós (CHAS<sup>®</sup> 48% EC, Organofosforado, 960 mg i.a./L), o tratamento testemunha foi constituído de água. Para cada tratamento, metade das plantas receberam a aplicação de chuva e a outra metade não.

Os produtos utilizados nesse bioensaio foram os mais tóxicos (classes 3 e 4) para larvas de terceiro instar de *C. carnea* em condições de laboratório e

foram aplicados em suas maiores dosagens recomendadas pelos fabricantes para um volume de calda de 300 litros por hectare.

### **2.3 Aplicação dos produtos e identificação das folhas de milho contaminadas**

Foram utilizadas plantas de milho DKC 6040, com 30 dias de idade, cultivadas em vasos de argila com capacidade para três litros contendo substrato de vermiculita. A pulverização dos produtos sobre as plantas foi realizada com auxílio de um pulverizador manual até o ponto de escorrimento, aproximadamente 15 mL/planta, fora da casa de vegetação. Após a aplicação dos produtos, as plantas permaneceram durante 30 minutos para a eliminação do excesso de líquido da superfície das folhas, sendo em seguida acondicionadas dentro da casa de vegetação.

As plantas que foram contaminadas com os produtos foram marcadas com fitas adesivas coloridas com o objetivo de identificá-las e auxiliar na hora da coleta das mesmas.

### **2.4 Aplicação de chuva artificial e coleta das folhas contaminadas**

Entre as plantas tratadas com os inseticidas, metade receberam, em casa de vegetação, a aplicação da chuva artificial e a outra metade não.

Para a simulação da chuva artificial foi utilizado um sistema de irrigação composto de quatro aspersores colocados um em cada canto da casa de vegetação a uma altura de 1,5 m do solo. A quantidade de chuva aplicada foi de 2 mm, sendo realizada apenas uma vez no decorrer do experimento 24 horas após a aplicação dos produtos nas plantas de milho com 30 dias de idade. O sistema de irrigação foi composto de quatro aspersores da marca HUNTER MP 1000, que pulverizavam com um ângulo de 90° fornecendo segundo

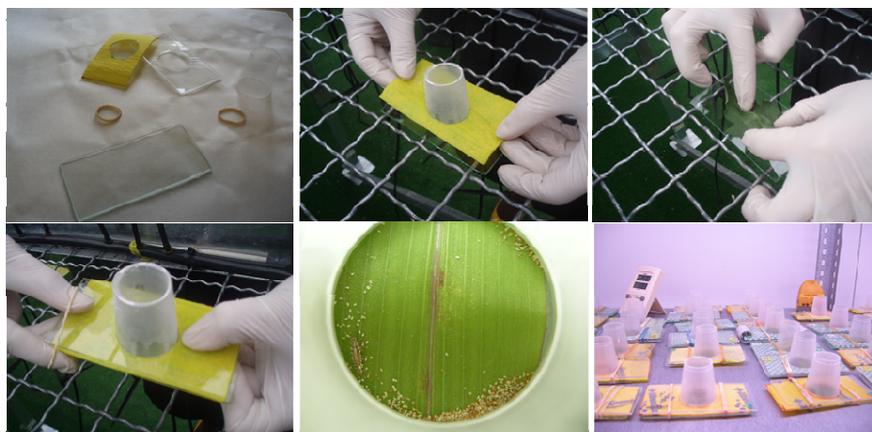
especificações 9 mm/hora de chuva regulados a uma pressão de 3,5 bar. Para testar e regular o sistema de irrigação este foi ligado e com o auxílio de 5 pluviômetros instalados de forma aleatória ao redor das plantas, realizou-se a coleta e registro da quantidade de chuva aplicada em determinado tempo, estipulando assim o período necessário de aplicação de chuva para se alcançar a quantidade desejada para a realização do ensaio.

Após a instalação do sistema de irrigação, os vasos com as plantas para receberem a aplicação da chuva artificial, foram colocadas diretamente no solo de forma espaçada para melhor cobertura da chuva sobre as folhas. Em seguida, ligou-se o sistema de irrigação e foi esperado 11 minutos, o que proporcionou a aplicação de 2 mm de chuva, o que foi suficiente para molhar toda a planta. Após a aplicação da chuva, esperou-se cerca de uma hora até que o volume de água aplicado sobre as plantas secasse podendo assim realizar a coleta das folhas visando avaliar o efeito residual de cada inseticida sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea*.

### **2.5 Efeito residual dos produtos fitossanitários sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea***

Para avaliar a persistência dos produtos fitossanitários sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea*, plantas de milho que foram tratadas via pulverização com os inseticidas, (subitem 2.4) após a eliminação natural do excesso de líquido de suas superfícies, tiveram pedaços das folhas das plantas coletadas e acondicionadas em sacos plásticos e, em seguida, levadas ao laboratório. Em seguida, larvas de terceiro instar foram expostas a essas folhas tratadas e coletadas nos diferentes intervalos de tempo: 1, 4, 7, 14, 21 e 31 dias após aplicação dos produtos. Nos ensaios com larvas de terceiro instar foram utilizadas 40 lavas por tratamento, sendo cada uma considerada uma repetição.

Devido ao canibalismo entre as larvas dessa espécie, as mesmas foram individualizadas em copos plásticos (3 cm de altura x 1,5 cm de diâmetro) segundo metodologia de Medina et al. (2004). Os copos tiveram suas paredes internas cobertas com talco para impedir a fuga das larvas e, em seguida, foram colocados sobre as folhas das plantas de milho tratadas com os inseticidas. No interior de cada copo de plástico as larvas receberam ovos de *E. kuehniella* para sua alimentação a cada dois dias. Para manter as folhas do milho túrgidas ao longo do ensaio, foram usadas esponjas do tipo Spontex<sup>®</sup> umedecidas com água que permaneceram em contato com as folhas. Para a fixação dos copos plásticos sobre as folhas de milho, foram utilizadas duas placas acrílicas, sendo uma colocada como base onde as folhas ficaram em contato com as esponjas e a outra contendo um orifício no centro onde o copo foi introduzido. A parte superior e inferior das placas acrílicas foi fixada com o auxílio de goma elástica, visando firmar o copo sobre as folhas e impedir que as larvas escapassem (Figura 1).



**Figura 1.** Procedimentos utilizados para expor as larvas de terceiro instar de *C. carnea* a folhas de milho contaminadas com os produtos químicos sem e com aplicação da chuva artificial.

Quando as larvas puparam foram transferidas para caixas plásticas (5 cm de altura x 12 cm de diâmetro), as quais continham orifício central de 3 cm de diâmetro coberto com tecido tipo “voil” na tampa para que ocorresse a ventilação. As pupas permaneceram nessas caixas até que a emergência dos insetos adultos.

Foi avaliada a porcentagem de mortalidade das larvas de terceiro instar, 24, 48 e 72 horas após terem entrado em contato com o resíduo dos produtos, sendo considerados mortos os insetos que ao serem tocados com um pincel não se movimentavam. Também foi avaliado o número de pupas formadas e o número de insetos emergidos em cada tratamento.

Os insetos expostos às folhas tratadas foram acondicionados em sala climatizada com condições controladas de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ;  $75 \pm 10\%$  UR e fotofase de 16 horas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e 40 repetições, sendo cada uma formada por uma larva.

## **2.6 Efeitos dos produtos fitossanitários sobre os parâmetros reprodutivos de *C. carnea* provenientes de larvas de terceiro instar tratadas**

O número de insetos adultos provenientes das larvas de terceiro instar de *C. carnea* expostas às folhas tratadas com os compostos foi avaliado em cada tratamento. Esses insetos foram mantidos em caixa de plástico conforme descrito no subitem 2.5 por um o período de cinco a sete dias, período este conhecido como período de pré-oviposição, para que ocorresse o acasalamento e a fêmeas se tornassem férteis. Após esse período os insetos foram sexados e, em seguida, foram formados quantos grupos possíveis de três fêmeas e dois machos por caixa, o que representava uma repetição.

Os grupos formados foram acondicionados em caixas plásticas de 10 cm de altura x 12 cm de diâmetro, cobertas na tampa com um tecido tipo “voil” para que os insetos realizassem a postura, e fosse assim permitido avaliar a fecundidade e viabilidade dos ovos. Os insetos receberam água por meio de um recipiente de vidro (3,5 cm de altura x 3 cm de diâmetro) que foi vedado com Parafilm<sup>®</sup>, contendo em seu centro um orifício por onde foi introduzido uma tira de Spontex<sup>®</sup> que absorvia a água por capilaridade até sua extremidade superior onde os insetos tiveram acesso ao líquido. O alimento foi fornecido a cada dois dias em forma de dieta artificial composta de 15 ml de leite condensado, 30g de mel, 20g de frutose, 50g de gérmen de trigo, 30g de levedura de cerveja, 1 ovo e uma gema e 25 ml de água destilada como descrita por Vogt et al. (2000), que foi depositada sobre uma fita adesiva presa à parede interna da gaiola que continha os insetos.

Avaliou-se a fecundidade diária durante a primeira semana após o período de pré-oviposição, contando-se o número de ovos ovipositados por fêmea vivas no tecido “voil” de cada caixa. As avaliações de viabilidade dos ovos foram realizadas duas vezes por semana, após o término do período de pré-oviposição (5 a 7 dias após a emergência dos adultos). Ovos de *C. carnea* com 24 horas de idade foram coletados e colocados em caixas plásticas de 5 cm de altura por 9 cm de diâmetro contendo um orifício de 5 cm de diâmetro na tampa protegido com tecido “voil” para favorecer a aeração e evitar que as larvas ao eclodirem escapassem. Nessas caixas foram fornecidos ovos de *E. kuehniella* como fonte de alimento, e uma vez eclodidas todas as larvas, estas foram mortas em congelador objetivando a sua contagem.

O experimento foi realizado em câmara climática regulada à temperatura de  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $75 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 16 horas.

As principais variáveis biológicas avaliadas foram mortalidade de adultos, capacidade diária e total de oviposição/fêmea (fecundidade), viabilidade dos ovos, número de adultos que emergiram e razão sexual.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 tratamentos e número variável de repetições.

### **2.7 Análises dos dados obtidos**

Os dados coletados foram submetidos aos testes de Lilliefors e Bartlett para verificação do pressuposto da análise de variância de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Em seguida, foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$  (SCOTT; KNOTT, 1974). Todos os dados foram analisados utilizando o programa estatístico SAS Institute (2002).

Os dados referentes à mortalidade, porcentagem de pupas, número de adultos formados em relação ao número inicial de larvas, emergência de adultos, razão sexual, fecundidade e viabilidade quando necessários foram transformados para  $\sqrt{x}$ .

### **2.8 Classificação dos produtos conforme os efeitos residuais, com base nos padrões estabelecidos pela IOBC**

O efeito total (E) de cada produto foi calculado em função da mortalidade dos insetos ao longo do desenvolvimento e na redução de sua capacidade benéfica (fecundidade e viabilidade) de acordo com a fórmula proposta por Vogt (1992):  $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$ , sendo E = efeito total (%); M% = mortalidade no tratamento corrigido pela fórmula de Abbott (1925); R1 = razão entre a média diária de ovos colocados por fêmea

tratada e não tratada e  $R2$  = razão entre a viabilidade média de ovos colocados por fêmea tratada e não tratada.

Em relação ao efeito total causado pelos produtos químicos avaliados sobre *C. carnea*, estes foram enquadrados em classes toxicológicas segundo recomendações de Hassan (1997), onde: classe 1 = inofensivo (<25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (> 75%).

A redução do número de larvas vivas causada pela ação dos inseticidas foi comparada com o tratamento controle para classificação dos produtos químicos conforme escala da IOBC. Esta classificação foi determinada de acordo com a duração da atividade tóxica dos compostos, isto é, o intervalo de tempo em que os seus resíduos causaram menos de 30% de mortalidade. Sendo assim cada produto foi enquadrado em uma das classes de toxicidade estabelecida por membros da IOBC (HASSAN; DEGRANDE, 1996; HASSAN, 1992, 1997), onde: classe 1 = vida curta (<5 dias); classe 2 = levemente persistente (5-15 dia), classe 3 = moderadamente persistente (16-30 dias) e classe 4 = persistente (> 30 dias).

### 3 RESULTADOS

Na avaliação da mortalidade das larvas de terceiro instar de *C. carnea* expostas a folhas com resíduo de um dia dos produtos, verificou-se que após 24, 48 e 72 horas de contato com as mesmas, o produto deltametrina na presença e ausência de chuva artificial não afetou negativamente essa característica biológica, semelhante ao tratamento controle, sendo enquadrado na classe 1 (inofensivo), e por isto, avaliaram-se os seus efeitos sobre parâmetros reprodutivos dos insetos sobreviventes (Tabelas 1 e 3).

O inseticida clorpirifós causou 100,0% de mortalidade ( $F = 198,62$ ; g.l. = 5,234;  $p = <0,001$ ) das larvas de terceiro instar de *C. carnea* 24 horas após as

mesmas entrarem em contato com as folhas de milho que não sofreram aplicação da chuva artificial e que continham resíduos de um dia do produto. Entretanto, quando se aplicou a chuva artificial, verificou-se que as larvas de terceiro instar ao entrarem em contato com as folhas contendo resíduos de um dia desse mesmo produto durante 24, 48 e 72 horas, tiveram médias de 70,0%; 75,0% e 75,0%, respectivamente, de mortalidade acumulada, sendo enquadrado na classe 3 (moderadamente nocivo) (Tabela 1).

**TABELA 1.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de um dia após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Deltametrina	0,0 ± 0,0c*	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0b	0,0	0,0	0,0	1	1	1
Clorpirifós	100,0 ± 0,0a	----	----	100,0	----	----	4	----	----
Controle	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b						
<b>Com Chuva</b>									
Deltametrina	2,5 ± 2,5c	2,5 ± 2,5b	2,5 ± 2,5b	2,5	2,5	2,5	1	1	1
Clorpirifós	70,0 ± 7,34b	75,0 ± 6,9a	75,0 ± 6,9 <sup>a</sup>	70,0	75,0	75,0	3	3	3
Controle	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b						
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: Classe 1 = inofensivo (< 25%), 2 = levemente nocivo (25 a 50%), 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

A porcentagem de emergência ( $F = 0,341$ ; g.l. = 4,17;  $p = 0,847$ ) e razão sexual ( $F = 2,09$ ; g.l. = 4,17;  $p = 0,127$ ) de adultos provenientes de larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas a folhas de milho com resíduo de um dia dos produtos deltametrina e clorpirifós, com presença e ausência da

chuva artificial, não foram influenciadas pelos produtos testados, com médias que variaram de 100,0% a 97,14% e 0,42 a 0,87, respectivamente (Tabela 2).

Referente à porcentagem de pupas ( $F = 90,22$ ; g.l. = 4,195;  $p = <0,001$ ) e adultos formados ( $F = 66,76$ ; g.l. = 4,165;  $p = <0,001$ ) em relação ao número inicial de larvas de terceiro instar de *C. carnea* que foram expostas às folhas de milho com resíduos de um dia do produto clorpirifós e que receberam a aplicação da chuva artificial, observou-se médias de 22,50% e 22,50%, respectivamente. Clorpirifós na ausência da chuva artificial causou 100,0% de mortalidade das larvas de *C. carnea* após o contato com as folhas de milho, não sendo possível a avaliação dos seus efeitos subletais (Tabela 2).

**TABELA 2.** Porcentagem de pupas formadas, emergência de adultos (%), adultos formados em relação ao número inicial de larvas (%) e razão sexual de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos de um dia após a aplicação dos produtos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	Pupa (%)	Emergência de adultos (%)	<sup>2</sup> Ad_L (%)	Razão sexual
<b>Sem chuva</b>				
Deltametrina	97,5 ± 2,5a*	100,0 ± 0,0	97,5 ± 2,5a	0,6 ± 0,1
Clorpirifós	----	----	----	----
Controle	97,5 ± 2,5a	97,1 ± 2,8	95,0 ± 3,4a	0,8 ± 0,0
<b>Com chuva</b>				
Deltametrina	97,5 ± 2,5a	97,1 ± 2,8	95,0 ± 3,4a	0,4 ± 0,1
Clorpirifós	22,5 ± 6,7b	100,0 ± 0,0	22,5 ± 6,7b	0,9 ± 0,1
Controle	100,00 ± 0,00 a	97,50 ± 2,50	97,5 ± 2,5a	0,5 ± 0,1
<i>p</i> – valor	<0,001	0,847 <sup>ns</sup>	<0,001	0,127 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas. \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Em relação ao efeito total, os produtos deltametrina e clorpirifós foram enquadrados nas classes 1 e 4, respectivamente, na presença e ausência da aplicação da chuva artificial quando larvas de terceiro instar de *C. carnea* foram

expostas a folhas de milho coletas após um dia da aplicação dos produtos (Tabela 3).

**TABELA 3.** Classes de toxicidade dos inseticidas baseada na redução (%) da sobrevivência, fecundidade e viabilidade (%) de adultos de *Chrysoperla carnea* provenientes de larvas de terceiro instar expostas a folhas de milho tratadas e com resíduos de um dia após a aplicação dos produtos.

Tratamento	<sup>1</sup> Mortalidade final (%)	<sup>2</sup> Mc (%)	Fecundidade (ovos/fêmea/dia)	<sup>3</sup> n	Viabilidade (%)	<sup>4</sup> R'	<sup>5</sup> R''	<sup>6</sup> E (%)	<sup>7</sup> C.T
<b>Sem chuva</b>									
Deltametrina	62,5 ± 7,7 b*	0,0	25,6 ± 2,8	21	62,8 ± 4,4	0,9	1,2	5,2	1
Clorpirifós	100,0 ± 0,0 a	100,0	-	-	-	-	-	-	4
Controle	67,5 ± 7,5 b		27,7 ± 2,5	15	61,8 ± 3,5				
<b>Com chuva</b>									
Deltametrina	37,5 ± 7,7 c	3,8	34,5 ± 2,7	15	62,9 ± 3,8	1,4	0,9	0	1
Clorpirifós	85,0 ± 5,7 a	76,9	24,8 ± 5,5	5	56,3 ± 8,3	1,0	0,8	80,3	4
Controle	35,0 ± 7,6 c		24,2 ± 2,0	18	68,2 ± 3,2				
p-valor	<0,001		0,105 <sup>ns</sup>		0,585 <sup>ns</sup>				

<sup>1</sup>Mortalidade total do estágio de larva, pupa e adulto ao final do experimento. <sup>2</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>3</sup>Número de fêmeas/tratamento. <sup>4</sup>Razão entre a fecundidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>5</sup>Razão entre a viabilidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>6</sup>Efeito total (VOGT, 1992) = 100 – (100 – Mc) x R' x R''. Hassan & Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a p<0,05.

Quando folhas de milho com resíduos de quatros dias do produto clorpirifós e que não foram submetidas à aplicação da chuva artificial, ficaram em contato com larvas de terceiro instar de *C. carnea* 24, 48 e 72 horas, verificou-se mortalidade de 75,0%; 80,0% e 85,0% (F =56,78; g.l. = 3,156; p = <0,001); (F =68,96; g.l. = 3,156; p = < 0,001) e (F =81,39; g.l. = 3,156; p = <0,001), respectivamente, sendo o composto enquadrado nas classes 3, 4 e 4 respectivamente. Entretanto, esse mesmo produto na presença da chuva artificial,

provocou para os mesmos tempos, mortalidades de 60,0%; 62,5% e 62,5%, respectivamente, de larvas de terceiro instar quando expostas a folhas de milho coletadas quatro dias após sua aplicação, sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 3) (Tabela 4).

**TABELA 4.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de quatro dias após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Clorpirifós	75,0 ± 6,93a*	80,0 ± 6,4a	85,0 ± 5,7a	75,0	80,0	85,0	3	4	4
Controle	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c						
<b>Com Chuva</b>									
Clorpirifós	60,0 ± 7,8b	62,5 ± 7,7b	62,5 ± 7,7b	60,0	62,5	62,5	3	3	3
Controle	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c						
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

As larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas a folhas de milho com resíduos de sete dias do produto clorpirifós e que foram e não, (F = 32,47; g.l. = 3,156;  $p = < 0,001$ ) submetidas à aplicação de chuva artificial, apresentaram após 72 horas de exposição às mesmas, redução na sobrevivência de 55,0% e 58,97%, respectivamente, sendo classificado como moderadamente nocivo (classe 3) (Tabela 5).

**TABELA 5.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de sete dias após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Clorpirifós	35,0 ± 7,6a*	60,0 ± 7,8a	60,0 ± 7,8 <sup>a</sup>	35,0	58,9	58,9	2	3	3
Controle	0,0 ± 0,0b	2,5 ± 2,5b	2,5 ± 2,5b						
<b>Com Chuva</b>									
Clorpirifós	35,0 ± 7,6a	52,5 ± 7,9a	55,0 ± 7,9 <sup>a</sup>	35,0	52,5	55,0	2	3	3
Controle	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0b						
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%) \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Após sete dias da aplicação do clorpirifós nas folhas de milho e estas serem expostas às larvas de terceiro instar de *C. carnea*, verificou-se que este produto reduziu o número de pupas ( $F = 30,03$ ; g.l. = 3,156;  $p = < 0,001$ ) e de adultos formados ( $F = 22,96$ ; g.l. = 3,156;  $p = < 0,001$ ), com médias de 37,5% e 42,50% e 35,00 e 42,50%, com ausência e presença da aplicação da chuva artificial, respectivamente. A porcentagem de emergência de insetos provenientes de larvas de terceiro instar expostas a folhas de milho tratadas com clorpirifós não foi afetada negativamente ( $F = 0,334$ ; g.l. = 3,105;  $p = 0,801$ ) devido à aplicação ou não da chuva artificial (Tabela 6).

**TABELA 6.** Porcentagem de pupas formadas, emergência de adultos (%), adultos formados em relação ao número inicial de larvas (%) de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos de sete dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	Pupa (%)	Emergência de adultos (%)	<sup>2</sup> Ad_L (%)	
<b>Sem chuva</b>				
Clorpirifós	37,5 ± 7,7b*	93,3 ± 6,6	35,0 ± 7,6b	
Controle	95,0 ± 3,5a	94,7 ± 3,6	90,0 ± 4,8a	
<b>Com chuva</b>				
Clorpirifós	42,5 ± 7,9b	100,0 ± 0,0	42,5 ± 7,9b	
Controle	97,5 ± 2,5a	94,8 ± 3,6	92,5 ± 4,2a	
<i>p</i> – valor	<0,001	0,801 <sup>ns</sup>	<0,001	

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas. \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Aos quatorze dias após a aplicação dos produtos nas plantas de milho, larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando em contato com as folhas que receberam ou não a aplicação da chuva artificial, constatou-se médias de mortalidade de 15,0% e 60,0%, respectivamente após 72 horas ( $F = 34,25$ ; g.l. = 3,156;  $p = < 0,001$ ) de exposição das larvas às folhas contaminadas, sendo enquadrados nas classes 1 e 3, respectivamente (Tabela 7).

**TABELA 7.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de quatorze dias após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Clorpirifós	40,0 ± 7,8a*	55,4 ± 7,7a	60,0 ± 7,8a	40,0	55,4	60,0	2	3	3
Controle	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c						
<b>Com Chuva</b>									
Clorpirifós	5,0 ± 3,5b	15,0 ± 5,7b	15,0 ± 5,7b	5,0	15,0	15,0	1	1	1
Controle	0,0 ± 0,0b	0,0 ± 0,0c	0,0 ± 0,0c						
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) =  $100 \times [(mortalidade\ provocada\ pelo\ produto - mortalidade\ no\ controle) / (100 - mortalidade\ no\ controle)]$ . <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

A porcentagem de pupas formadas ( $F = 24,16$ ; g.l. = 3,156;  $p = <0,001$ ), adultos formados ( $F = 25,25$ ; g.l. = 3,156;  $p = <0,001$ ) e a emergência de adultos ( $F = 3,86$ ; g.l. = 3,120;  $p = 0,011$ ) provenientes de larvas de terceiro instar de *C. carnea* tratadas, foram mais afetadas pelo clorpirifós sem a presença da chuva, com médias de 40,0%; 81,25% e 32,50%, respectivamente, quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 8).

A razão sexual não foi afetada ( $F = 1,48$ ; g.l. = 3,12;  $p = 0,268$ ) pelo produto clorpirifós com a aplicação ou não da chuva artificial em comparação ao tratamento controle (Tabela 8).

**TABELA 8.** Porcentagem de pupas formadas, emergência de adultos (%), adultos formados em relação ao número inicial de larvas (%) e razão sexual de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos de quatorze dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	Pupa (%)	Emergência de adultos (%)	<sup>2</sup> Ad_L (%)	Razão sexual
<b>Sem chuva</b>				
Clorpirifós	40,0 ± 7,8c*	81,2 ± 10,1b	32,5 ± 7,5c	0,5 ± 0,1
Controle	97,5 ± 2,5a	100,0 ± 0,0a	97,5 ± 2,5a	0,6 ± 0,1
<b>Com chuva</b>				
Clorpirifós	75,0 ± 6,9b	100,0 ± 0,0a	75,0 ± 6,9b	0,5 ± 0,1
Controle	97,5 ± 2,5a	92,3 ± 4,3 <sup>a</sup>	90,0 ± 4,8a	0,4 ± 0,1
<i>p</i> - valor	<0,001	0,011	<0,001	0,268 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas. \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

O efeito total aos quatorze dias após a aplicação de clorpirifós foi mais severo quando as plantas de milho não receberam a aplicação da chuva em comparação com aquelas que receberam a aplicação da chuva 24 horas após as mesmas serem contaminadas, apresentando médias de 88,81% e 31,30%, sendo enquadrado nas classes 4 e 2, respectivamente (Tabela 9).

**TABELA 9.** Classes de toxicidade dos inseticidas baseada na redução (%) da sobrevivência, fecundidade e viabilidade (%) de adultos de *Chrysoperla carnea* provenientes de larvas de terceiro instar expostas a folhas de milho tratadas e com resíduos de quatorze dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento	<sup>1</sup> Mortalidade final (%)	<sup>2</sup> Mc (%)	Fecundidade (ovos/fêmea/dia)	<sup>3</sup> n	Viabilidade (%)	<sup>4</sup> R', <sup>5</sup> R''	<sup>6</sup> E (%)	<sup>7</sup> C.T
<b>Sem chuva</b>								
Clorpirifós	77,5 ± 6,7a*	70,9	25,1 ± 4,6	7	28,4 ± 14,5b	0,9	0,4	88,8
Controle	22,5 ± 6,7c		26,6 ± 2,2	22	69,9 ± 3,2a			
<b>Com chuva</b>								
Clorpirifós	52,5 ± 7,9b	17,4	29,9 ± 3,0	15	63,8 ± 5,3a	0,9	0,8	31,3
Controle	42,50 ± 7,6b		30,2 ± 2,8	14	75,6 ± 1,8a			
p-valor	<0,001		0,607 <sup>ns</sup>		<0,001			

<sup>1</sup>Mortalidade total do estágio de larva, pupa e adulto ao final do experimento. <sup>2</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>3</sup>Número de fêmeas/tratamento. <sup>4</sup>Razão entre a fecundidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>5</sup>Razão entre a viabilidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>6</sup>Efeito total (VOGT, 1992) = 100 – (100 – Mc) x R' x R''. <sup>7</sup>Classe de toxicidade estabelecida pela IOBC/WPRS (HASSAN; DEGRANDE, 1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Decorridos vinte e um dias após a aplicação do clorpirifós, constatou-se que o mesmo causou 37,50% de mortalidade ( $F = 23,40$ ; g.l. = 2,117;  $p = < 0,001$ ) das larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando estas ficaram expostas 72 horas às folhas contaminadas e que não receberam a aplicação da chuva artificial (Tabela 10).

**TABELA 10.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de vinte e um dias após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Clorpirifós	15,0 ± 5,7	32,0 ± 7,5	37,5 ± 7,7	15,0	32,0	37,5	1	2	2
Controle	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0						
<b>Com chuva</b>									
Controle	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0						
p-valor	0,001	<0,001	<0,001						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada. <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto – mortalidade no controle) / (100 – mortalidade no controle)]. <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%).

Referente à porcentagem de pupas (F =14,74; g.l.= 2,117;  $p = <0,001$ ) e adultos formados (F =9,02; g.l. = 2,117;  $p = <0,001$ ) a partir de larvas de *C. carnea* expostas aos resíduos dos compostos, verificou-se que clorpirifós foi mais tóxico, com médias de 57,50% e 55,0%, respectivamente. A emergência não foi influenciada (F =0,152; g.l.= 2,95;  $p = 0,859$ ) por esse produto, com médias variando de 92,31% a 95,65%; entretanto, a razão sexual (F =8,96; g.l. = 2,12;  $p = 0,004$ ) foi menor (0,13) sem a presença de chuva (Tabela 11).

**TABELA 11.** Porcentagem de pupas formadas, emergência de adultos (%), adultos formados em relação ao número inicial de larvas (%) e razão sexual de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos de vinte e um dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	Pupa (%)	Emergência de adultos (%)	<sup>2</sup> Ad_L (%)	Razão sexual
Clorpirifós	57,5 ± 7,9b*	95,6 ± 4,3	55,0 ± 7,9b	0,1 ± 0,1b
Controle	90,0 ± 4,8a	94,4 ± 3,9	85,0 ± 5,7a	0,3 ± 0,1b
<b>Com chuva</b>				
Controle	97,5 ± 2,5a	92,3 ± 4,3	90,0 ± 4,8a	0,5 ± 0,4a
<i>p</i> – valor	<0,001	0,859 <sup>ns</sup>	<0,001	0,004

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas. \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Na última avaliação, trinta e dois dias após a aplicação dos produtos, as folhas apresentavam baixos níveis residuais de clorpirifós, o qual apresentou 0,0% de mortalidade das larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando estas foram expostas às folhas contaminadas com este produto por um período de 72 horas ( $F = 1$ ; g.l. = 2,17;  $p = 0,371$ ) (Tabela 12).

**TABELA 12.** Mortalidade (%), redução (%) na sobrevivência de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos dos inseticidas de trinta e dois dias após a aplicação dos produtos e classes de toxicidade.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	<sup>2</sup> Mortalidade (%)			<sup>3</sup> R. sob (%)			<sup>4</sup> Classe de toxicidade		
	24h	48h	72h	24h	48h	72h	24h	48h	72h
<b>Sem chuva</b>									
Clorpirifós	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0	0,0	0,0	1	1	1
Controle	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	2,5 ± 2,5						
<b>Com chuva</b>									
Controle	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0						
<i>p</i> – valor*	-	-	0,371 <sup>ns</sup>						

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Mortalidade acumulada (média ± erro-padrão). <sup>3</sup>Redução na sobrevivência (ABBOTT, 1925) =  $100 \times [(mortalidade\ provocada\ pelo\ produto - mortalidade\ no\ controle) / (100 - mortalidade\ no\ controle)]$ . <sup>4</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan e Degrande (1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Probabilidade estatística para o teste F, considerando-se diferença significativa a  $p < 0,05$ .

A porcentagem de pupas ( $F = 0,518$ ; g.l.= 2,117;  $p = 0,597$ ), adultos formados ( $F = 0,676$ ; g.l.= 2,117;  $p = 0,510$ ), emergência de adultos ( $F = 0,380$ ; d.f.= 2,111;  $p = 0,685$ ) e razão sexual ( $F = 0,227$ ; g.l.= 2,12;  $p = 0,800$ ) proveniente de larvas de terceiro instar de *C. carnea* não foram afetados por esse produto após 32 dias de sua aplicação (Tabela 13). O efeito total do clorpirifós foi de 26,2%, sendo enquadrado na classe 2 (levemente nocivo) (Tabela 14).

**TABELA 13.** Porcentagem de pupas formadas, emergência de adultos (%), adultos formados em relação ao número inicial de larvas (%) e razão sexual de larvas de terceiro instar de *Chrysoperla carnea* expostas a folhas de milho com resíduos de trinta e dois dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento <sup>1</sup> (n=40)	Pupas (%)	Emergência de adultos (%)	<sup>2</sup> Ad_L (%)	Razão sexual
<b>Sem chuva</b>				
Clorpirifós	92,5 ± 4,2	91,9 ± 4,5	85,0 ± 5,7	0,4 ± 0,1
Controle	95,0 ± 3,5	89,5 ± 5,1	85,0 ± 5,7	0,4 ± 0,1
<b>Com chuva</b>				
Controle	97,50 ± 2,5	94,87 ± 3,58	92,5 ± 4,2	0,4 ± 0,0
<i>p</i> – valor*	0,597 <sup>ns</sup>	0,685 <sup>ns</sup>	0,510 <sup>ns</sup>	0,800 <sup>ns</sup>

<sup>1</sup>Número inicial de larvas. <sup>2</sup>Adultos formados em relação ao número inicial de larvas.  
\*Probabilidade estatística para o teste F, considerando-se diferença significativa a  $p < 0,05$ . Os dados estão representados com a média ± erro-padrão.

**TABELA 14.** Classes de toxicidade dos inseticidas baseada na redução (%) da sobrevivência, fecundidade e viabilidade (%) de adultos de *Chrysoperla carnea* proveniente de larvas de terceiro instar expostas a folhas de milhos tratados e com resíduos de trinta e dois dias após a aplicação dos produtos.

Tratamento	<sup>1</sup> Mortalidade final (%)	<sup>2</sup> Mc (%)	Fecundidade (ovos/fêmea/dia)	<sup>3</sup> n	Viabilidade (%)	<sup>4</sup> R'	<sup>5</sup> R''	<sup>6</sup> E (%)	<sup>7</sup> C.T
Clorpirifós	30,0 ± 7,3	6,6	33,8 ± 4,8	15	73,3 ± 2,4b*	0,93	0,8	26,2	2
Controle	25,0 ± 6,9	----	36,4 ± 3,4	13	86,0 ± 3,5a				
Com chuva									
Controle	42,5 ± 7,9	----	27,1 ± 5,9	16	87,1 ± 0,8a				
p-valor	0,232 <sup>ns</sup>	----	0,413 <sup>ns</sup>		0,004				

<sup>1</sup>Mortalidade total do estágio de larva, pupa e adulto ao final do experimento. <sup>2</sup>Mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925) = 100 x [(mortalidade provocada pelo produto - mortalidade no controle) / (100 - mortalidade no controle)]. <sup>3</sup>Número de fêmeas/tratamento. <sup>4</sup>Razão entre a fecundidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>5</sup>Razão entre a viabilidade de fêmeas tratadas com inseticida e o controle. <sup>6</sup>Efeito total (Vogt, 1992) = 100 - (100 - Mc) x R' x R''. <sup>7</sup>Classe de toxicidade estabelecida pela IOBC/WPRS (HASSAN; DEGRANDE, 1996), onde: classe 1 = inofensivo (< 25%), classe 2 = levemente nocivo (25 a 50%), classe 3 = moderadamente nocivo (51 a 75%) e classe 4 = prejudicial (>75%). \*Médias ± erro-padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a p<0,05.

Em relação ao poder residual dos produtos, deltametrina foi classificado como classe 1, vida curta (<5 dias) quando em presença ou ausência de chuva artificial; clorpirifós na classe 2, levemente persistente (5 -15 dias) na presença de chuva, e na classe 4, persistente (> 30 dias) na ausência de chuva artificial (Tabela 15).

**Tabela 15.** Classes toxicológicas de acordo com o poder residual dos inseticidas testados em presença e ausência de chuva artificial.

Tratamento	Classe <sup>1</sup>	
	Com chuva	Sem chuva
Deltametrina	1	1
Clorpirifós	2	4

<sup>1</sup> Classe de toxicidade estabelecida por membros da IOBC (HASSAN,1992, 1997; HASSAN; DEGRANDE, 1996), onde: classe 1 = vida curta (<5 dias); classe 2 = levemente persistente (5-15 dia), classe 3 = moderadamente persistente (16-30 dias) e classe 4 = persistente (> 30 dias).

#### 4 DISCUSSÃO

A baixa mortalidade causada às larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas às folhas de milho com resíduos de um dia do produto deltametrina e que receberam ou não a aplicação da chuva artificial, pode estar relacionada à maior degradação desse composto em ambientes onde os raios solares são mais intensos, pois segundo Liu et al. (2010) os piretroides podem ser degradados por meio de vários possíveis, incluindo a fotodegradação, a biodegradação e hidrólise. Bigler e Waldburger (1988; 1994) estudando o efeito de deltametrina sobre larvas de primeiro instar de *C. carnea*, também encontraram baixa toxicidade desse composto a esse predador, encontrando mortalidade de apenas 20,8%.

No presente experimento observou-se o efeito *knock down* do produto deltametrina quando as larvas de terceiro instar ficaram expostas ao mesmo, como já observando por vários autores (FERREIRA et al., 1993; MORAES; CARVALHO, 1993; SILVA et al., 2006).

Deltametrina, não teve o seu poder residual influenciado pela aplicação ou não da chuva artificial, sendo considerado de vida curta, quanto ao efeito na mortalidade. Esse efeito pode ser explicado devido a maior tolerância desse inseto aos produtos desse grupo, que pode estar relacionada à menor taxa de penetração no tegumento dos insetos devido suas características lipofílicas, maior taxa de metabolização desse devido reações de oxidase microsossomal e enzimas esterases presentes nesses insetos, além de alterações no local de ação desse inseticida (CASIDA et al., 1983; GUEDES; LIMA; ZANUNCIO, 1992; LENG; XIAO, 1995; YU, 1988).

Costa et al. (2003) estudando o efeito residual do inseticida esfenvalerate, também pertencente ao grupo químico dos piretroides, sobre larvas de segundo instar de *C. externa*, observaram grande perda de ação

residual desse produto após três dias de sua aplicação, sendo considerado como de vida curta (classe 1). Os autores justificaram esse efeito provavelmente em função da maior degradação da molécula inseticida quando aplicado sobre as folhas das plantas ou no corpo das larvas.

A baixa toxicidade de deltametrina verificada no presente trabalho quando larvas de terceiro instar de *C. carnea* foram exposta às folhas de milho contendo o resíduo de um dia desse composto, também foi verificada por Giolo et al. (2009) em laboratório, onde não causou efeito na mortalidade, pupação, fecundidade e viabilidade de adultos de *C. carnea*, proveniente de larvas de segundo instar expostas a seus resíduos, sendo então enquadrado quanto ao seu efeito total na classe 1.

Ao estudar o efeito residual do produto clorpirifós sobre larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando expostas às folhas de milho com resíduos de 1, 4, 7, 14, 21 dias e que não foram submetidas à aplicação da chuva artificial, pôde-se observar que esse composto conseguiu permanecer nas folhas de milho causando redução na sobrevivência de 100%; 85,0%; 58,97%; 60,0% e 37,5%, respectivamente, perdendo o seu efeito residual apenas trinta e dois dias após sua aplicação, onde foi verificado 0% de mortalidade das larvas de *C. carnea*. O efeito de clorpirifós sobre larvas de segundo instar de *C. externa* foi avaliado por Costa et al. (2003), os quais verificaram que apenas aos vinte e cinco dias após a sua aplicação, causou menos do que 70,0% de mortalidade das larvas de *C. externa*, sendo considerado moderadamente nocivo (classe 3). Essa diferença de resultados pode estar relacionada com as respostas fisiológicas específicas para cada espécie, visto que os autores avaliaram espécies e metodologias diferentes, além disso, observou-se que esse composto apresentou maior adesão às folhas de milho, permitindo maior acúmulo, quando comparado ao produto deltametrina.

Confirmando o longo poder residual dos produtos do grupo dos organofosforados, Giolo et al. (2009) testaram o inseticida fosmete para

adultos de *C. carnea* e verificaram que até trinta e um dias após sua aplicação, casou cerca de 56,0% de mortalidade.

Ao estudarem o efeito de clorpirifós e esfenvalerato, pertencentes ao grupo químicos dos organofosforados e piretróides, respectivamente, sobre larvas de segundo instar de *C. externa* quando expostas às plantas de algodão tratadas, Carvalho et al. (2003) constataram 100% e 0% de mortalidade 24 horas após sua aplicação, respectivamente.

Comparando o efeito da aplicação ou não da chuva artificial no poder residual de clorpirifós, observou-se influência na mortalidade dos insetos no presente estudo. Com a aplicação da chuva 24 horas após a aplicação desse produto nas plantas de milho, as larvas de terceiro instar de *C. carnea* quando exposta às folhas com resíduos de 14 dias tiveram mais de 30,0% de sobrevivência; já na ausência da chuva esse efeito só foi observado 32 dias após a sua aplicação.

Na tentativa de demonstrar a influência da chuva no poder residual de alguns produtos fitossanitários, Hulbert et al. (2011) avaliaram o efeito do inseticida fosmete sobre o besouro japonês da uva e verificaram que o resíduo desse composto diminuiu de forma mais acentuada devido à ação da chuva que quando comparado ao tempo de permanência no campo.

O poder residual do produto clorpirifós em presença de chuva artificial verificado no presente trabalho pode estar relacionado às suas propriedades físico-químicas, que podem afetar o seu comportamento no meio ambiente, dentre elas, o seu alto valor de  $\log K_{ow} = 4,7$  o que lhe confere maior resistência à chuva devido sua característica apolar com baixa solubilidade em água.

O poder residual mais prolongado do inseticida clorpirifós em comparação a deltametrina, sobre as larvas de terceiro instar de *C. carnea*, na ausência e presença da aplicação da chuva artificial, verificado no presente trabalho, provavelmente está relacionado ao baixo peso molecular do primeiro

composto (350,59) em relação à deltametrina (502,2), visto que substâncias com peso molecular menor apresentam maior capacidade de penetração na cutícula dos insetos e das plantas (NIELSEN et al., 2005; STOCK; HOLLOWAY, 1993).

## 5 CONCLUSÕES

Deltametrina tanto na ausência quanto na presença de chuva artificial, mostra-se de vida curta (classe 1) para larvas de terceiro instar de *C. carnea*, podendo ser recomendado em programas de MIP na cultura do milho na Espanha, visando a preservação dessa espécie de predador.

Em função da alta toxicidade e grande poder residual do inseticida clorpirifós, recomenda-se que a liberação de larvas de terceiro instar de *C. carnea* seja realizada depois de 14 e 32 dias de sua aplicação, na presença e ausência de chuva, respectivamente.

**REFERÊNCIAS**

ABBOTT, W. S. A method for computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 18, p. 265-267, 1925.

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, n. 2, p. 8-13, 1994.

BIGLER, F.; WALDBURGER, M. Effects of pesticides on *Chrysoperla carnea* Steph. (Neuroptera: Chrysopidae) in the laboratory and semi-field. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 17, p. 55-69, 1994.

BIGLER, F.; WALDBURGER, M. A semi-field method for testing the initial toxicity of pesticides on larvae of the green lacewing, *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera, Chrysopidae). **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 127-134, 1988.

CARVALHO, G. A. et al. Efeitos de inseticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 699-706, out./dez. 2003.

CASIDA, J. E. et al. Mechanisms of selective action of pyrethroid insecticides. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, Palo Alto, v. 23, p. 413-38, 1983.

CASTAÑERA, P. Plagas del maíz. In: JORNADAS TÉCNICAS SOBRE EL MAÍZ, 4., 1986, Lérida. **Anales...** Lérida: [s.l.], 1986. p. 1-24.

COSTA, D. B. et al. Residual action of insecticides to larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) under greenhouse conditions. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 835-839, jul./ago. 2003.

ESPAÑA. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. **Superficie y Producción de cereales en España**. Años 2007-2012. Superficies de producción integrada por cultivos y comunidades autónomas. [2013]. Disponible em: <<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/cereales>>. Acceso em: 10 jan. 2013.

ESTRADA, C. I. N. **Control biológico de insectos**: un enfoque agroecológico. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia, 2008. 282 p.

FARINÓS, G. P. et al. Diversity and seasonal phenology of aboveground arthropods in conventional and transgenic maize crops in Central Spain. **Biological Control**, Orlando, v. 44, p. 362-371, 2008a.

FARINÓS, G. P. et al. Diversity and temporal phenology of spiders ground beetles and rove beetles in conventional and transgenic maize of Central Spain. **IOBC/WPRS Bulletin**, [s.l.], v. 33, p. 75-78, 2008b.

FERREIRA, M. N. et al. Seletividade de acaricidas para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em laboratório. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 71-77, 1993.

FREITAS, S.; FERNANDES, O. A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 1996, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Conferências e Palestras, 1996. p. 283-287.

GASSEN, D. **Manejo de pragas associadas à cultura do milho**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 127 p.

GIOLO, F. P. et al. Effects of pesticides commonly used in peach orchards in Brazil on predatory lacewing *Chrysoperla carnea* under laboratory conditions. **BioControl**, Dordrecht, v. 54, n. 5, p. 626-635, Oct. 2009.

GUEDES, R. N. C.; LIMA, J. O. G. de; ZANUNCIO, J. C. Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrothion para *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 21, p. 339-346, 1992.

HASSAN, S. A. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organism: description of test methods. **IOBC/WPRS Bulletin**, [S.l.], v. 15, n. 3, p. 1-186, 1992.

HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-234.

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

HULBERT, D. et al. Rainfastness and residual activity of insecticides to control japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in Grapes. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 104, n. 5, p. 1.656-1.664, Oct. 2011.

LENG, X. F.; XIAO, D. Q. Effect of deltamethrin on protein phosphorylation of housefly brain synaptosomes. **Pesticide Science**, Oxford, v. 44, p. 88-89, 1995.

LIU, P. et al. Photodegradation mechanism of deltamethrin and fenvalerate. **The Journal of Environmental Sciences**, Los Angeles, v. 22, n. 7, p. 1.123-1.128, 2010.

McDOWELL, L. et al. Methyl parathion and EPN washoff from cotton plants by simulated rainfall. **Environmental Science & Technology**, Easton, v. 18, n. 6, p. 423-427, June 1984.

MEDINA, P. et al. Toxicity of fipronil to the predatory lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Biocontrol Science and Technology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 261-268, 2004.

MORAES, J. C.; CARVALHO, C. F. Seletividade de acaricidas a ovos, larvas e adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 388-392, Aug. 1993.

NIELSEN, C. M. et al. Influence of dose and molecular weight on foliar mass uptake of surfactant. **New Zealand Plant Protection**, Lincoln, n. 58, p. 174-178, 2005.

NUÑEZ, Z. E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v. 31, p. 76-82, Dec. 1988.

SAS Institute. **SAS for Windows**. Version 9.0. Cary, 2002.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507- 512, 1974.

SILVA, R. A. et al. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 8-14, jan./fev. 2006.

STOCK, D.; HOLLOWAY, P. J. Possible mechanism for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. **Pesticide Science**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 165-177, 1993.

VOGT, H. et al. Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. (Ed.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS Publication, 2000. p. 107-119.

VOGT, H. Untersuchungen zu nebenwirkungen von insektiziden und akariziden auf *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Mededelingen Rijksfaacuteit Landbouwwetenschappen te Gent**, Gent, v. 57, p. 559-567, 1992.

WILLIS, G. H. et al. Foliar washoff of oil-applied malathion and permethrin as a function of time after application. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n. 6, p. 1.086-1.089, 1992.

YU, S. J. Selectivity of insecticides to the spined bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 81, p. 119-122, 1988.