Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Efeito letal e subletal de inseticidas reguladores de crescimento ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório

Eric Kodi Ono

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2014

Eric Kodi Ono
Engenharia Agronômica

Efeito letal e subletal de inseticidas reguladores de crescimento ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório

Orientador:
Prof. Dr. **PEDRO TAKAO YAMAMOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em ciências. Área de concentração: Entomologia

Piracicaba
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Ono, Eric Kodi Ono
Efeito letal e subletal de inseticidas reguladores de crescimento ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (*Neuroptera: Chrysopidae*) em condições de laboratório / Eric Kodi Ono. - - Piracicaba, 2014.
48 p: il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. Crisopídeo 2. Inseticidas 3. Reguladores de crescimento de insetos 4.seletividade I. Título

CDD 595.747
O58e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O autor"

À Deus, pelo milagre da vida.

Aos meus pais, Mario e Celina, pelo carinho, paciência e exemplo.

A minha esposa Monica pela companhia, amor e incentivo**.**

Ao meu filho Leonardo pelos dias mais felizes de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Pedro Takao Yamamoto pela oportunidade, paciência e confiança depositadas em mim, pela difusão de conhecimentos e, principalmente, por ser um exemplo de profissional a ser admirado e seguido.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pelo fornecimento de todo subsídio durante a graduação e pós-graduação para minha formação como profissional.

Ao departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ, principalmente aos professores pela difusão do conhecimento e exemplo profissional. Agradecimentos aos funcionários do departamento, em especial a Andrea Varella Sintoni pelo apoio com a submissão da documentação durante o curso.

A Sipcam-UPL Brasil S.A. pela oportunidade e subsídios para conseguir realizar o curso paralelamente aos meus deveres profissionais, agradecimentos especiais aos meus gestores Rosemeire, Anderson e Edward pela paciência e incentivo.

A Kenia Fernanda Santos pelo imenso auxílio na realização dos ensaios; ao meu colega Gabriel Rugno pelo fornecimento das posturas para minha criação de insetos e pelo auxílio na aplicação dos inseticidas. Ao meu colega Odimar Zanardi pelo auxílio na análise estatística dos dados e revisão do trabalho. Agradeço-lhes também pela amizade, pelas conversas descontraídas e seus bons conselhos. Sem o apoio de vocês não conseguiria chegar até aqui...

Aos meus amigos Vitor Beloti, Gustavo Alves e Diogo Araújo pela ajuda com a criação de insetos durante a primeira etapa dos bioensaios. Muito obrigado também pela amizade e exemplo.

Aos meus colegas do laboratório de Manejo Integrado de Pragas e departamento de entomologia: Matheus, Fernanda, Aline, Ana Clara, Gabriela, Vinícius, Cynthia, Paulo Paiva, Luiz Mota, Aloisio, Ana Paula Batel e Johanna pelos bons momentos de descontração.

A equipe da Biblioteca da ESALQ, Eliana, Silvia e Maria pela ajuda com a formatação deste trabalho.

Aos meus irmãos e cunhadas Marcel, Paula, Geison e Naomi pela companhia, amizade e incentivo.

À família de minha esposa (e minha também), Tadahiro, Rosali, Simone, Bel, Patrícia, Luan e Yasmin pela companhia e os momentos felizes.

Aos meus colegas da Sipcam UPL Brasil S.A. Ana Paula, Keyla, Fabiana, Ana Flávia, Nuno, Bruna pela amizade e apoio profissional.

A Cristiane Muller, Dauri Fadin e Pavan da Dow Agrosciences pelo fornecimento dos produtos para o estudo.

A todos que diretamente ou indiretamente colaboraram com o andamento e finalização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO....9
ABSTRACT....11
1 INTRODUÇÃO....13
2 MATERIAL E MÉTODOS....19
2.1 Insetos....19
2.2 Aplicação dos inseticidas....20
2.3 Efeito letal e subletal de inseticidas sobre larvas de *Ceraeochrysa cubana*....20
2.4 Efeito total dos inseticidas em larvas de *Ceraeochrysa cubana*....21
2.5 Tabela de vida....22
2.6 Efeito letal, subletal e efeito total de inseticidas sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana*....22
2.7 Análise estatística....23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO....25
3.1 Efeito letal de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*....25
3.2 Efeito subletal de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*....27
3.3 Efeito total de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*....32
3.4 Tabela de vida....32
3.5 Efeitos letal, subletais e total de inseticidas aplicados sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana*....35
4 CONCLUSÕES....39
REFERÊNCIAS....41

RESUMO

Efeito letal e subletal de inseticidas reguladores de crescimento ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em condições de laboratório

O uso de inseticidas em um agroecossistema pode interferir na densidade e ação dos inimigos naturais e comprometer a eficácia do controle biológico dentro de um programa de manejo integrado de pragas. Dessa forma, objetivou-se avaliar, em laboratório, os efeitos letal e subletais de inseticidas reguladores de crescimento sobre larvas e adultos com até 24 h de idade do predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861). Para isso, larvas recém-eclodidas foram submetidas à pulverização de 2 mL de calda, do respectivo tratamento, em torre de Potter ajustada para deposição de 1,8 ± 0,1 mg cm^{-2}. Os inseticidas e doses (g i.a. L^{-1}) avaliados foram: piriproxifem 0,2 (Tiger 100 EC), buprofezina 0,5 (Applaud 250), tebufenozida 0,22 (Mimic 240 SC), metoxifenozida 0,75 (Intrepid 240 SC), diflubenzurom 0,12 (Micromite 240 SC), lufenurom 0,05 (Match EC). Água destilada foi utilizada como tratamento controle. A mortalidade de larvas, pupas e adultos e o número de ovos depositados pelas fêmeas foram avaliados a cada 24 h. A viabilidade de ovos foi determinada a partir da terceira oviposição das fêmeas utilizando 100 ovos de cada indivíduo. Os efeitos letais foram observados em larvas tratadas com diflubenzurom, lufenurom e piriproxifem. Os inseticidas piriproxifem, tebufenozida, metoxifenozida e buprofezina causaram redução na fecundidade de 20 a 40% e na fertilidade de no máximo 10%, sendo considerados levemente nocivos (30<E≤79 de redução), enquanto que, diflubenzurom e lufenurom causaram 100% de mortalidade de larvas de *C. cubana* e foram considerados nocivos ao predador (E>99%). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto aos parâmetros taxa líquida de reprodução (R_o), taxa intrínseca de crescimento (r_m) e taxa finita de aumento (λ). No entanto, diferenças significativas foram constatadas no tempo médio entre gerações (T), sendo que os menores valores foram constatados nos insetos expostos aos inseticidas tebufenozida e metoxifenozida. No bioensaio com adultos, lufenurom, diflubenzurom reduziram significativamente a fecundidade e fertilidade, enquanto que, tebufenozida, metoxifenozida e buprofezina não diferiram do controle. Piriproxifem reduziu significativamente a fecundidade total, porém, não afetou a fertilidade e a longevidade. Embora inseticidas reguladores de crescimento sejam comumente considerados como seletivos, afetaram a sobrevivência e reprodução de *C. cubana* em condições de laboratório. Todos os inseticidas testados devem ser submetidos a ensaios de semi-campo o para confirmação dos resultados, entretanto, tebufenozida, metoxifenozida, buprofezina e piriproxifem foram considerados levemente nocivos e, consequentemente, mais indicados para utilização dentro de programas de manejo integrado de pragas envolvendo *C. cubana* ou outras espécies de crisopídeos.

Palavras-chave: Crisopídeo; Inseticidas; Reguladores de crescimento de insetos; seletividade

ABSTRACT

Lethal and sublethal effects of insect growth regulators over the predator *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) under laboratory conditions

The use of pesticides within an agricultural system can interfere with the density and functionality of natural enemies, thus endangering the efficacy of biological control in the Integrated Pest Management program. Hence, this study evaluated the lethal and sublethal effects of six Insect Growth Regulators (IGR) insecticides over the larvae and adults of Green Lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) under laboratory conditions. Neonate larvae and newly-emerged adults were sprayed with the respective treatments with the aid of a Potter Tower (2 mL of spray solution, 1.8 ± 0.1 mg cm^{-2} of deposition). The insecticides and rates (g a.i. L-1) evaluated were: pyriproxyfen 0.2 (Tiger 100 EC), buprofezin 0.5 (Applaud 250), tebufenozide 0.22 (Mimic 240 SC), methoxyfenozide 0.75 (Intrepid 240 SC), diflubenzuron 0.12 (Micromite 240 SC), lufenuron 0.05 (Match EC) and for control, distilled water. The mortality of larvae, pupa and adults and the number of eggs laid were registered daily. The viability was assessed by observing the percentage of eclosion from 100 eggs. Lethal effects were observed in larvae treated with diflubenzurom, lufenuron and pyriproxyfen. The insecticides pyriproxyfen, tebufenozide, methoxyfenozide and buprofezin reduced fecundity from 20 to 40% and fertility at highest 10%, being considered slightly harmful (30%<E<79%), whereas diflubenzuron and lufenuron caused 100% of larvae mortality and were considered harmful (E>99%). No significant differences were found among treatments for net reproduction rate (R_o), intrinsic growth rate (r_m) and finite rate of increase (λ). However, significant differences were found in mean generation time (T) for methoxyfenozide and tebufenozide. For adult bioassay, lufenuron and diflubenzuron reduced significantly the fecundity and fertility, whereas tebufenozide, methoxyfenozide and buprofezin did not differ from control. Pyriproxyfen significantly reduced the fecundity, but, did not affect fertility and longevity. Although IGRs are commonly taken as selective insecticides, they reduced the survivorship and reproduction of *C. cubana* in laboratory conditions. All products must be directed for semi-field studies for confirmation of results, however, tebufenozide, methoxyfenozide and buprofezin were considered slightly harmful for larvae and, consequently more appropriate to use in Integrated Pest Management programs whenever *C. cubana* as well as other lacewing species are present.

Keywords: Chrysopidae; Insecticide; Insect growth regulators; Selectivity

1 INTRODUÇÃO

O aumento nos custos de produção com a valorização da propriedade agrícola, a valorização e escassez de mão-de-obra qualificada, leis ambientais mais rígidas e o aumento no preço das commodities, incentivam continuamente a busca por melhorias no processo produtivo das culturas.

Com o advento da revolução verde em 1943, promovida pelo governo americano, houve um expressivo aumento na produtividade agrícola em nível mundial com a difusão de técnicas, novas variedades e insumos agrícolas modernos (KOHLER, 2009). Segundo o autor, estima-se que a difusão de tecnologia em países subdesenvolvidos na década de 50 e 60 salvou bilhões de pessoas da falta de comida, sendo nomeado Norman Bourlag como premio Nobel da paz.

No caso dos insumos, tecnologias como cultivares mais produtivas e/ou resistentes a pragas, herbicidas ou doenças e o uso de fertilizantes e defensivos agrícolas facilitaram o trabalho do agricultor e proporcionaram o aumento considerável na produtividade das culturas.

Os defensivos agrícolas são ferramentas importantes na manutenção da produtividade, suprimindo organismos que competem pelo mesmo ambiente de modo a garantir a viabilidade da atividade agropecuária. Entretanto, devido a facilidade de uso, resultados imediatos e custos mais acessíveis, o uso não criterioso (adoção de nível de controle, rotação de produtos, áreas de refúgio, etc.) trouxe consequências negativas para a agricultura. Problemas como ressurgência de pragas, falha no controle devido a seleção de indivíduos resistentes aos pesticidas e redução da biodiversidade no campo pela eliminação de inimigos naturais são problemas frequentes (RUBERSON et al., 1998; GALLO et al., 2002) e amplamente relatados na década de 1960 no livro “Primavera Silenciosa” de Rachel Carlson.

O impacto gerado pelo livro “Primavera Silenciosa” foi determinante para a revisão do modo em que o homem interfere no ambiente através da agricultura, culminando na formalização e reconhecimento do conceito Manejo Integrado de Pragas (MIP) pela academia de ciências dos Estados Unidos ainda na mesma década (KOGAN, 1998; van EMDEN; PEAKALL, 1996). O MIP refere-se a um

sistema de decisão para uso de táticas de controle, isoladamente ou associadas em uma estratégia de manejo baseada em análises de custo/benefício que levam em conta os interesses econômicos, sociais e ambientais (KOGAN, 1998).

Dentre os conceitos preconizados pelo Manejo Integrado de Pragas, o uso do controle biológico com a conservação dos inimigos naturais é uma das mais antigas e importantes técnicas para a regulação da população de artrópodes-praga, mantendo-as em equilíbrio populacional (GALLO et al., 2002; NARANJO; ELLSWORTH, 2009). A preservação de predadores e parasitoides é favorecida pela manipulação do ambiente, seja pela inclusão de fontes de alimento e/ou habitat como também pela aplicação de inseticidas seletivos (RUBERSON et al., 1998; GALLO et al., 2002; WEINZIERL, 2009), os quais são favoráveis dentro do MIP por apresentarem reduzidos efeitos detrimentais sobre os inimigos naturais nas mesmas condições em que a praga visada é controlada com sucesso (GAZZONI, 1994; DEGRANDE et al., 2002; FOERSTER, 2002).

Historicamente, a característica de seletividade era conferida a um inseticida pelos estudos sobre os efeitos letais sobre os inimigos naturais, ou seja, da mortalidade de uma população em curto prazo. Entretanto, atualmente sabe-se que os inseticidas podem causar efeitos subletais que afetam a fisiologia, a biologia e o comportamento dos artrópodes (DESNEUX et al., 2007; VOGT et al., 2007). Segundo os autores, os pesticidas podem alterar o padrão neurofisiológico dos artrópodes, além de reduzir o desenvolvimento, longevidade, imunologia, fecundidade, razão sexual, mobilidade, orientação, hábito alimentar, padrão de oviposição e a capacidade de busca da presa/hospedeiro.

Os inseticidas reguladores de crescimento se destacam devido ao modo de ação diferenciado sendo, popularmente, descritos como seletivos e recomendados para diferentes cultivos, situações e espécies de artrópodes-praga. Estes inseticidas pertencem a diferentes grupos químicos e modos de ação os quais destacamos as diacilhidrazinas e benzoilureias como os principais representantes no mercado mundial de inseticidas reguladores de insetos (DHADIALLA; ROSS Jr., 2012).

Os primeiros compostos mimetizadores do hormônio juvenil foram desenvolvidos a partir da crescente demanda por produtos que se enquadrassem dentro dos preceitos do MIP (STAAL, 1975; RETNAKARAN et al., 1985). Em meados da década de 1980, a empresa Rohm and Hass finalizou o desenvolvimento do primeiro agonista do hormônio juvenil, o RH 5849, com propriedades inseticidas

dando origem ao grupo químico diacilhidrazinas (HSU et al., 1991). Nos anos seguintes, novos produtos foram desenvolvidos: tebufenozida, metoxifenozida, cromafenozida e halofenozida sendo estes disponibilizados para comercialização apenas a partir da primeira metade da década de 1990 (SMAGGHE et al., 2013). Estes compostos, uma vez ingeridos pela praga, atuam como agonistas do hormônio 20-hidroxiecdisona (20E), ligando-se especificamente ao complexo de receptores de ecdisônio e proteína ultraespiráculo (EcR/USP) estimulando a muda prematura e morte do inseto, além de ocasionar a esterilização nos adultos (DHADIALLA et al., 1998; PINEDA et al., 2007). Apesar de todos os insetos produzirem o 20E, esses ingredientes ativos se ligam a este complexo de receptores de forma específica em lepidópteros, conferindo a seletividade aos artrópodes de diferentes ordens (CARMICHAEL et al., 2005; DHADIALLA et al., 2005; ZOTTI et al., 2012). Diversos trabalhos conduzidos com a substância confirmam sua especificidade a lepidópteros como *Spodoptera* sp. (SMAGGHE et al., 1998; SMAGGHE et al., 1999; ADAMCZYK et al., 1999), *Cydia pomonella* (L.) (CHARMILLOT et al., 2001), *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (SMAGGHE et al., 2001), bem como a sua segurança para organismos não alvos como predadores (TRYSIONO et. al., 2000; MEDINA et al., 2003; ZOTTI et al. 2013) e parasitoides (LEGASPI, 1999; BRUNNER et al., 2001).

O piriproxifem é um inseticida que mimetiza o hormônio juvenil em algumas espécies de artrópodes, ou seja, os níveis elevados desta substância nos estágios imaturos impedem que a mesma realize a muda e morra prematuramente (DHADIALLA, 1998). A substância ainda apresenta efeito ovicida, reduzindo significativamente a fecundidade das pragas agrícolas e/ou urbanas (ISHAAYA et al., 1994; OHBA, 2013). Porém, a sua seletividade a artrópodes não alvo é variável de espécie para espécie, inclusive dentro da mesma família como demonstrado nos trabalhos de Velloso et al. (1999) e Rugno (2013) em que o inseticida foi considerado seletivo para *Chrysoperla externa* (Hagen), mas ocasionou alta mortalidade de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen).

Os inseticidas inibidores da síntese de quitina, mais especificamente as benzoilfenilureias tiveram os seus primeiros representantes comercializados na segunda metade da década de 1970. Diflubenzurom foi desenvolvido pela Philips-Duphar B.V. sendo comercializadas em 1977 para o controle de lepidópteros e

coleópteros-praga em cultivos extensivos e em frutíferas (ASCHER; NEMNY, 1976; CHAKRABORTI; CHATTERJEE, 2000). O Lufenurom foi desenvolvido e lançado pela Ciba-Geigy (atual Syngenta) no ano de 1990, sendo, atualmente, um dos produtos com maior distribuição no mundo (TOMLIN, 2011; SHEETS, 2012). O modo de ação das benzoilureias não é completamente conhecido, entretanto, sabe-se que estes compostos não inibem a proteína quitina sintetase, mas sim interferem na deposição das ligações de quitinas e microfibrilas, impossibilitando a finalização da ecdise, ocasionando a morte do inseto durante a muda (GRAF, 1999). Os produtos deste grupo controlam eficazmente pragas de diferentes ordens de insetos, demonstrando um amplo espectro de ação, inclusive afetando populações de inimigos naturais (CARVALHO, 1993; ANGELI et al., 2005; ZOTTI et al., 2013).

O ingrediente ativo Buprofezina, pertencente ao grupo químico tiadiazina, que foi desenvolvido em 1984 pela Nihon Nohyaku e posicionado no mercado de arroz no Japão para controle do hemíptero *Nilaparvata lugens* (Stål) (Hemiptera: Delphacidae) (SHEETS, 2012). Assim como as benzoiluréias, o produto é disruptor da ecdise pela inibição da síntese de quitina (UCHIDA et al., 1985; IZAWA et al., 1986; LIU; CHEN, 2000), entretanto, com maior afinidade por hemípteros, não estando claro o específico sitio de atuação deste. O produto ainda apresenta efeito sobre a reprodução, reduzindo a oviposição de fêmeas (UCHIDA et al., 1986), e é considerado seletivo a inimigos naturais (CARVALHO, 1993; VELLOSO et al., 1999; NASREEN et al., 2005; VIVEK et al., 2012).

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são importantes predadores de pragas agrícolas como cochonilhas, pulgões, mosca-branca, cigarrinhas, tripes, lepidópteros, etc. (PRINCIPI; CANARD, 1984; SCOMPARIN et al., 1994; FERREIRA; FREITAS, 1995), estando amplamente distribuídos pelo mundo e em diferentes habitats. Estes predadores possuem elevada capacidade reprodutiva, grande voracidade, elevada capacidade de busca e plasticidade ecológica, sendo importantes dentro do contexto do manejo integrado de pragas (CARVALHO; SOUZA, 2009). *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) foi citado como importante predador presente na cultura dos citros (FREITAS; PENNY, 2001; RUGNO, 2013) e com ocorrência registrada em manga (RIBEIRO et al., 2009) e melão (BEZERRA et al., 2010) em diferentes estados do Brasil. Estudos de seletividade foram realizados com a espécie (CARVALHO, 1993; CORDEIRO et al., 2010; CARVALHO et al., 2011

RUGNO, 2013), entretanto, faltam informações a respeito da seletividade de novas tecnologias disponíveis no mercado ao organismo.

Em vista de que todos os produtos acima descritos afetaram de alguma maneira o desenvolvimento e reprodução de diferentes inimigos naturais, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos letal e subletais de seis inseticidas reguladores de crescimento sobre o predador *C. cubana*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no laboratório de Manejo Integrado de Pragas, no departamento de Entomologia e Acarologia da ESALQ/USP, Piracicaba-SP. Todos os ensaios foram realizados em sala climatizada com temperatura de 25 ± 2°C, umidade relativa do ar (UR) de 70 ± 10% e fotoperíodo de 14L:10E horas.

2.1 Insetos

A criação de *C. cubana* foi estabelecida a partir de ovos de uma população de laboratório obtidos no departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Esta população corresponde à décima quinta geração mantida em laboratório a partir da coleta de espécimes em pomares cítricos conforme descrito por Rugno (2013). Os ovos foram mantidos em tubos de vidro de fundo chato de 8,5 cm de altura × 2,5 cm de diâmetro e acondicionados em sala climatizada. As larvas eclodidas foram alimentadas com ovos inviabilizados de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) durante seu desenvolvimento até a obtenção dos adultos. Após a emergência 8 casais (8 fêmeas e 8 machos) foram confinados em gaiolas de policloreto de vinila (PVC) de 21 cm de altura × 15 cm de diâmetro. As gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite, o qual serviu de substrato para oviposição das fêmeas. A extremidade superior das gaiolas foi fechada com tecido voile, enquanto que, a extremidade inferior foi acoplada sobre placas de Petri de 14 cm de diâmetro contendo um disco de papel filtro. Os adultos foram alimentados com uma solução de mel e levedo de cerveja na proporção de 1:1 (v:v) oferecido em um substrato de algodão sobre o tecido voile. Água, por sua vez, foi oferecida através da hidratação diária do algodão contendo a dieta.

2.2 Aplicação dos inseticidas

Para a realização dos bioensaios, foram selecionados 6 inseticidas, empregados em diferentes cultivos agrícolas, sendo representativos para a classe dos reguladores de crescimento de insetos. A dosagem utilizada foi à maior concentração recomendada em bula, conforme explicitado na Tabela 1. Água destilada foi utilizada como tratamento controle.

A aplicação dos tratamentos foi realizada em torre de Potter (Burkard Scientific Co., Uxbridge, UK), ajustada a uma pressão de 0,7 kg cm^{-2}, obtendo-se uma deposição de calda de 1,8 ± 0,1 mg cm^{-2}, estando de acordo com os critérios estabelecidos pela IOBC/WPRS para estudos de toxicidade de pesticidas sobre inimigos naturais (HASSAN et al., 1994).

Tabela 1 – Inseticidas, com seus respectivos grupos químicos e concentrações, e dosagens utilizadas nos bioensaios

Nome Comercial	Ingrediente Ativo	Grupo químico	Concentração ingrediente ativo na formulação	Dosagem (g i.a./L de água)
Tiger 100 EC	Piriproxifem	Éter piridiloxipropílico	100 g/L	0,200
Applaud 250	Buprofezina	Tiadiazinona	250 g/kg	0,500
Mimic 240 SC	Tebufenozida	Diacilhidrazina	240 g/L	0,480
Intrepid 240 SC	Metoxifenozida	Diacilhidrazina	240 g/L	0,750
Micromite 240 SC	Diflubenzurom	Benzoilureia	240 g/L	0,120
Match EC	Lufenurom	Benzoilureia	50 g/L	0,050

Fonte: Agrofit (2013)

2.3 Efeito letal e subletal de inseticidas sobre larvas de *Ceraeochrysa cubana*

Os efeitos letal e subletais de inseticidas reguladores de crescimento foi avaliado sobre larvas de *C. cubana*. Para isso, 50 larvas recém-eclodidas (≤24 horas de idade) foram individualizadas em placa de Petri de 4,5 cm de diâmetro e submetidas a pulverização de 2 mL de calda, do respectivo tratamento, em torre de Potter, conforme descrito no item 2.2. Após a pulverização, as larvas foram transferidas para tubos de vidro de fundo chato de 8,5 cm de altura × 2,5 cm de

diâmetro e alimentadas à vontade com ovos inviabilizados de *A. kuehniella* fixados em papel cartão com goma arábica 10%. A mortalidade/sobrevivência, bem como a duração dos estádios larvais e o estágio pupal foi avaliado a cada 24 horas até a obtenção dos adultos. Após a emergência, os adultos foram separados por sexo, montados casais e adicionados em gaiolas de PVC com 10 cm de altura × 15 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel sulfite branco, o qual foi utilizado como substrato de oviposição das fêmeas. Os adultos foram alimentados com uma mistura de mel e levedo de cerveja conforme descrito no item 2.1.

O número de ovos depositados pelas fêmeas (fecundidade) e a longevidade de machos e fêmeas foi avaliado a cada 24 horas até a morte dos insetos. A fertilidade das fêmeas foi determinada com base no número de larvas eclodidas de 100 ovos coletados a partir da terceira oviposição de cada fêmea. Para isso, os ovos foram removidos do papel sulfite e individualizados em compartimentos de placas de ELISA (EasyPath Ltda., São Paulo, SP). As placas foram fechadas com filme de PVC transparente e acondicionadas em sala climatizada. O número de larvas eclodidas em cada compartimento da placa foi avaliado 12 dias após a transferência dos ovos.

2.4 Efeito total dos inseticidas em larvas de *Ceraeochrysa cubana*

Com base nos efeitos letal (mortalidade) e subletais (fecundidade e fertilidade) foi calculado o efeito total (E) para cada inseticida utilizando a fórmula E (%) = 100 - (100 - Mc) x Er proposta por Vogt (1992), onde: Mc = mortalidade corrigida pela fórmula de Abbott (1925) e Er = efeito na reprodução calculado como: $Er = (Fec_{tratamento}/Fec_{controle}) \times (Fer_{tratamento}/Fer_{controle})$, sendo: Fec = razão entre o número médio de ovos depositados pelas fêmeas provenientes de larvas ou adultos tratadas e o tratamento controle e Fer = razão entre a fertilidade média das fêmeas provenientes de larvas ou adultos tratados e o tratamento controle. Com base no efeito total, os inseticidas foram classificados de acordo com as escalas de toxicidade proposta pela IOBC/WPRS para testes de laboratório (Hassan et al., 1994), sendo: classe 1 = E ≤ 30% de redução; classe 2 = 30% < E ≤ 79% de redução; classe 3 = 80% ≤ E ≤ 99% de redução e classe 4 = E > 99% de redução.

2.5 Tabela de vida

Para análise das variáveis biológicas do inseto pelo do modelo *age-stage, two-sex life tables* foram utilizados dados de todos os indivíduos testados (incluindo as fêmeas, os machos e os indivíduos que morreram durante o desenvolvimento do estágio imaturo) conforme proposto por Chi (1988). Os dados originais de todos os indivíduos foram analisados de acordo com o modelo teórico *age-stage, two-sex life tables* (CHI; LIU, 1985) utilizando o programa TWOSEXMSChart (CHI, 2012). Neste estudo foi estimada a taxa líquida de reprodução (R_o), o tempo médio entre gerações (T), a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a razão finita de aumento (λ). A r_m foi estimada pelo método da bissecção iterativa utilizando a fórmula de Euler-Lotka (GOODMAN, 1982). O T foi calculado pela fórmula $T = lnR_o/r_m$. As médias e os erros padrões dos parâmetros populacionais foram estimados pelo método de bootstrap (HUANG; CHI, 2012). Durante o procedimento de bootstrap, foram selecionados n indivíduos do grupo com substituição e calculados os parâmetros populacionais, onde n é o tamanho do grupo utilizado no início do estudo da tabela de vida. O número total de reamostragens do bootstrap foi de 10.000 vezes. As médias dos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer (DUNNETT, 1980).

2.6 Efeito letal, subletal e efeito total de inseticidas sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana*

Os efeitos letal e subletais dos inseticidas foram avaliados sobre adultos de *C. cubana*. Para isso, 30 adultos (15 fêmeas e 15 machos) de *C. cubana* com até 24 horas de idade foram individualizados em tubos de fundo chato de 8,5 cm de altura × 2,5 cm de diâmetro, anestesiados com CO_2 e submetidos à pulverização dos tratamentos em torre de Potter conforme descrito no item 2.2.

Após aplicação dos tratamentos, foram formados casais e adicionados em gaiolas de PVC com 10 cm de altura × 15 cm de diâmetro. As gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite branco para oviposição das fêmeas. Os adultos foram alimentados com uma mistura de mel e levedo de cerveja conforme explicado no item 2.1. O número de ovos depositados pelas fêmeas, a data de morte de machos e fêmeas foi avaliado a cada 24 horas. A viabilidade de ovos foi estimada

com base no número de larvas eclodidas de 100 ovos coletados a partir da terceira oviposição de cada fêmea, seguindo o mesmo procedimento descrito no item 2.3.

Com base nos efeitos letal (com avaliação de mortalidade realizada 48 horas após tratamento) e subletais (fecundidade e fertilidade) foi calculado o efeito total (E) para cada inseticida utilizando a fórmula, conforme explicado no item 2.4.

2.7 Análise estatística

Para todos os bioensaios foi utilizado o delineamento inteiramente aleatorizado. Modelos lineares generalizados (NELDER; WEDDERBURN, 1972) com distribuição do tipo quase-binomial, quase-Poisson e Gaussiana foram utilizados para análise dos dados de proporção de mortalidade/sobrevivência de larvas e pupas, de contagem de ovos das fêmeas e de duração de larvas e pupas, respectivamente. A verificação da qualidade do ajuste foi feita com base no gráfico meio-normal de probabilidades com envelope de simulação (DEMÉTRIO; HINDE, 1997, 1998). Quando houve diferença significativa, múltiplas comparações (teste de Tukey, $p<0,05$) foram feitas com a função glht do pacote multicomp, com ajuste dos valores de *p*. As análises foram realizadas no software estatístico “R”, versão 2.15.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito letal de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*

O tratamento piriproxifem apresentou mortalidade de 44 ± 0,61% nas primeiras 24 horas após a aplicação, diferenciando-se dos demais inseticidas. Em dez dias após a aplicação, os tratamentos lufenurom, diflubenzurom e piriproxifem ocasionaram mortalidade superior a 72%, não diferindo entre si. Os demais inseticidas não diferiam do controle (Tabela 2).

Tabela 2 - Mortalidade (%) (média ± erro padrão da média) de larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana* tratadas com diferentes inseticidas em diferentes intervalos após tratamento (25 ± 2°C; 70 ± 10% UR; 14L:10E fotoperíodo)

Tratamento[1]	**24 h[2]**	**48 h**	**240 h**
Lufenurom (0,05)	14,0 ± 1,90 b	16,0 ± 1,61 b	96,0 ± 0,77 a
Diflubenzurom (0,12)	2,0 ± 0,63 b	2,0 ± 0,63 b	92,0 ± 0,63 a
Tebufenozida (0,48)	6,0 ± 1,27 b	6,0 ± 1,27 b	24,0 ± 1,61 b
Metoxifenozida (0,75)	8,0 ± 1,84 b	8,0 ± 1,84 b	8,0 ± 1,84 b
Buprofezina (0,50)	6,0 ± 1,27 b	6,0 ± 1,27 b	10,0 ± 2,45 b
Piriproxifem (0,20)	44,0 ± 1,61 a	54,0 ± 0,32 a	72,0 ± 2,32 a
Controle	2,0 ± 0,63 b	2,0 ± 0,63 b	24,0 ± 2,37 b

[1] Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água). [2] Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey-Kramer (α≤0,05)

Os dados corroboram os obtidos por Carvalho (1993), que testou triflumurom, clorfluazurom, flufenoxurom, diflubenzurom e teflubenzurom em ovos, larvas e adultos de *C. cubana,* concluindo que triflumurom, flufenoxurom e diflubenzurom foram altamente nocivos para a fase larval. Carvalho et al. (2002) testaram a seletividade de *C. externa* ao inseticida triflumurom (37,5 mg L^{-1}) aplicados em larvas de primeiro, segundo e terceiro instares, resultando na mortalidade de 100% durante a fase imatura, resultado semelhante ao obtido no presente estudo para lufenurom e diflubenzurom. Medina et al. (2003) testaram o produto diflubenzurom em larvas de

terceiro instar de *C. carnea* e observaram a morte dos insetos durante a metamorfose, após formação da pupa. Os dados obtidos nesse trabalho são também semelhantes os obtidos por Bueno e Freitas (2004) para lufenurom, os autores estudaram os efeitos letais do inseticida sobre larvas de *C. externa* em condições de laboratório e seus estudos evidenciaram que o lufenurom causou 100% de mortalidade quando aplicado sobre ovos ou larvas de segundo e terceiro instares. Zotti et al. (2013) estudaram os efeitos de lufenurom (130 mg L^{-1}), teflubenzurom (300 mg L^{-1}) e novalurom (350 mg L^{-1}) aplicados sobre larvas de terceiro instar de *C. externa* e constataram que a emergência de adultos foi reduzida para níveis inferiores a 25%. Amarasekare et al. (2013) comparou o efeito de novalurom (388,5 mgL^{-1}) sobre duas espécies de crisopídeos *Chrysoperla johnsoni* Henry e *C. carnea*, e demonstraram que o inseticida ocasionou mortalidade de 100% para as duas espécies em 10 dias após tratamento.

No caso de piriproxifem, os dados contrastam com os apresentados por Zotti et al. (2013) e Rugno (2013), em que as larvas tratadas pelos inseticidas sobreviveram e originaram adultos, sem diferenças significativas com o controle. A diferença entre os resultados pode ser explicada pelo fato de que, no presente ensaio, a dose e modo de aplicação foram diferentes às propostas pelos autores. No presente estudo, as larvas perderam mobilidade após a aplicação do inseticida via torre de Potter. Um dos possíveis interferentes pode ser os componentes da formulação testada. Medina et al. (2003) e Zotti et al. (2013) testaram piriproxifem em larvas de terceiro instar de *C. carnea* (75,0 ng/inseto) e *C. externa* (500 ng/inseto), respectivamente, não encontrando efeitos negativos na sobrevivência e desenvolvimento dos indivíduos. Velloso et al. (1993) testou diferentes reguladores de crescimento sobre *C. cubana* relatando que piriproxifem não apresentou efeitos letais quando oferecido via alimentação, entretanto, via contato foi considerado nocivo à espécie, uma vez que as larvas não formaram a pupa devido ao efeito juvenóide do inseticida. O resultado relatado pelos autores, entretanto, é diferente do presente estudo, uma vez que, 54% da mortalidade ocorreram nas primeiras 48 horas (Tabela 2) e não próximo à formação da pupa.

Os resultados de tebufenozida e metoxifenozida corroboram com os resultados encontrados por Carvalho et al. (2003). O autor comparou os efeitos deletérios de tebufenozida (300 mg i.a. L^{-1}) em larvas de segundo instar de *C. externa* aplicado sobre plantas de algodão (contato) ou aplicado sobre ovos de *A.*

kuehniella (ingestão) relatando que a sobrevivência larval foi semelhante ao controle. Resultados semelhantes foram encontrados por Medina (2003) e Zotti et al. (2013), em que a emergência de adultos não diferiu do controle quando tratados com tebufenozida.

No presente estudo, buprofezina não apresentou efeitos letais a *C. cubana*, corroborando dados obtidos por Carvalho (1993) e Velloso et al. (1999), que avaliaram a toxicidade de buprofezina e ciromazina em *C. cubana* ou *C. externa* e constataram que os inseticidas foram seletivos às larvas via contato ou ingestão. Contudo, Nasreen et al. (2005) estudando os efeitos letais de buprofezina sobre larvas neonatas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) em laboratório verificou que a taxa de mortalidade, em 48 horas após tratamento, variou de 28,3 a 65%, em função da dose utilizada, valores superiores aos obtidos no presente estudo. Vivek et al. (2012) estudou os efeitos letais de buprofezina sobre larvas de segundo instar de *Chrysoperla* sp. via alimentação e observaram que a mortalidade variou de 16 a 80%, em função da dosagem, em 48 horas após alimentação das larvas. Entretanto, todos os autores relataram que a classificação toxicológica do produto foi inócuo ou levemente nocivo, sendo recomendado para programas de manejo integrado de pragas.

3.2 Efeito subletal de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*

Os efeitos subletais dos inseticidas foram estimados apenas para os tratamentos tebufenozida, metoxifenozida, buprofezina e piriproxifem, uma vez que lufenurom e diflubenzurom ocasionaram 100% de mortalidade na fase imatura.

A duração da fase larval foi significativamente diferente entre os tratamentos, sendo que, buprofezina (16,0 ± 0,89 dias) foi similar ao controle (14,5 ± 0,54 dias), piriproxifem prolongou o estágio larval (19 ± 0,63 dias), enquanto que, metoxifenozida e tebufenozida reduziram o estágio larval (12,2 ± 0,42 dias e 12,0 ± 0,30 dias, respectivamente). A duração da fase de pupa do inseto, para os tratamentos inseticidas foi similar ao controle. A duração da fase total de imaturo foi significativamente maior no tratamento piriproxifem (33,6 ± 0,24 dias) e nos

tratamento tebufenozida e metoxifenozida foi menor (25,1 ± 0,44 e 24,5 ± 0,59 dias) (Tabela 3).

Tabela 3 - Duração (dias ± erro padrão da média) dos estádios imaturos de *Ceraeochrysa cubana* expostas aos inseticidas reguladores de crescimento. (25 ± 2°C; 70 ± 10% UR; 14L:10E fotoperíodo)

Tratamento[1]	**Duração**[2]		
	Larva	**Pupa**	**Estágio imaturo**
Controle	14,5 ± 0,54 b	12,8 ± 0,30 a	27,3 ± 0,65 bc
Tebufenozida (0,48)	12,0 ± 0,30 c	13,2 ± 0,22 a	25,1 ± 0,44 c
Metoxifenozida (0,75)	12,2 ± 0,42 c	12,4 ± 0,50 a	24,5 ± 0,59 c
Buprofezina (0,50)	16,0 ± 0,89 ab	12,8 ± 0,29 a	28,8 ± 0,96 b
Piriproxifem (0,20)	19,0 ± 0,63 a	14,6 ± 0,40 a	33,6 ± 0,24 a

[1] Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água). [2] Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente pelo teste de Tukey-Kramer ($\alpha \leq 0,05$)

Os tratamentos tebufenozida, metoxifenozida e buprofezina não interferiram na sobrevivência dos indivíduos durante a fase imatura, permitindo a emergência de adultos similarmente ao controle, ao contrário dos inseticidas piriproxifem, diflubenzurom e lufenurom. (Figura 1).

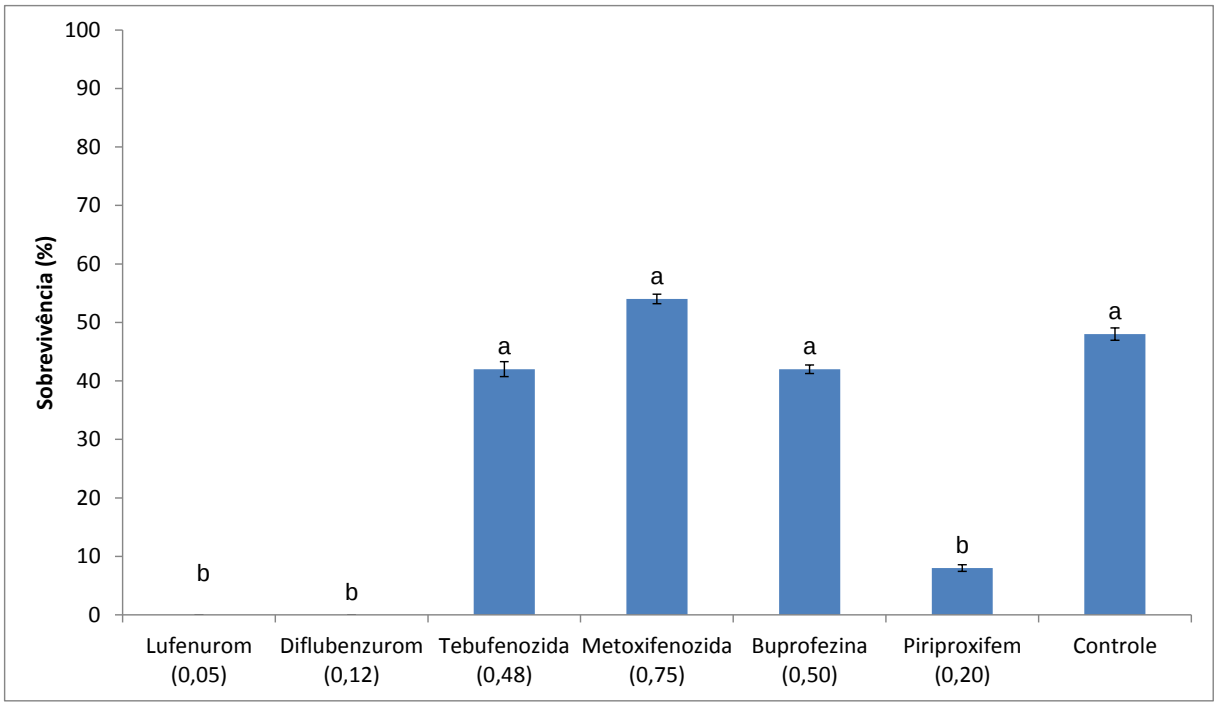

Figura 1 - Sobrevivência de *Ceraeochrysa cubana* exposta aos inseticidas reguladores de crescimento* durante o primeiro instar da fase larval. Colunas acompanhadas pela mesma letra não diferem entre si através do teste de Scott-knot a 5% de significância (25 ± 2°C; 70 ± 10% UR; 14L:10E fotoperíodo). *Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1}).

De acordo com a Figura 2, o período de oviposição do tratamento buprofezina foi inferior ao controle, estando concentrados nos primeiros 75 dias. Em relação à sobrevivência, 80% dos insetos morreram aos 110 dias no controle, 105 dias no tratamento metoxifenozida, 115 dias no tebufenozida e 110 dias no buprofezina, demonstrando que este parâmetro biológico não foi afetado pelos inseticidas.

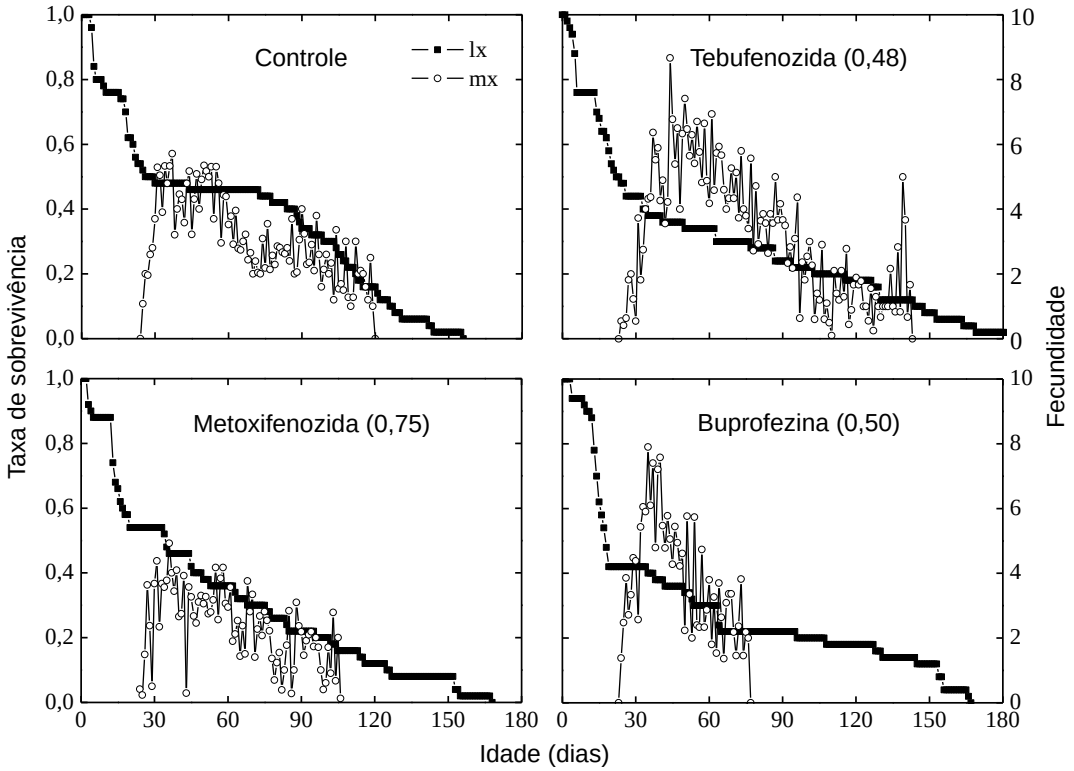

Figura 2 - Taxa de sobrevivência (lx) e fecundidade específica (mx) de *Ceraeochrysa cubana* expostos aos resíduos de inseticidas reguladores de crescimento (25 ± 2°C; 70 ± 10% UR; 14L:10E fotoperíodo). Nome dos tratamentos seguidos pela concentração (g i.a. L^{-1}) utilizada no estudo.

O tratamento piriproxifem resultou na elevada mortalidade larval, possivelmente pelos efeitos dos adjuvantes da formulação, pois era possível observar larvas aderidas, ao tubo de ensaio e os insetos sobreviventes apresentaram um tempo de desenvolvimento larval superior ao controle. O efeito é esperado, uma vez que se trata de um agonista de hormônio juvenil.

Os dados obtidos para piriproxifem corroboram os obtidos por outros autores. Velloso et al. (1999) testaram o mesmo inseticida em diferentes doses (0,1 a 0,5 g i.a. L^{-1}) em larvas de segundo instar de *C. externa* e observou prolongamento da fase larval e mortalidade de 100% antes de formarem a pupa, indicando os efeitos nocivos do produto. Chen e Liu (2002) testaram o produto nas doses de 10, 50 e 100 mg i.a. L^{-1} e observaram prolongamento no desenvolvimento larval e redução significativa na emergência de adultos quando tratados nas fases de ovos, larvas de 1° e 3° instares. Por outro lado, quando testados em larvas de 2° instar, não apresentou efeitos negativos sobre o desenvolvimento da espécie, indicando que a susceptibilidade do organismo ao inseticida pode depender também do estádio de

desenvolvimento. Medina et al. (2003), Zotti et al. (2013) e Rugno (2013) também testaram o produto sobre larvas de 3° instar de *C. carnea*, 3° instar de *C. externa* e 1° instar de *C. cubana* (respectivamente) não encontrando diferenças significativas com o controle em todos os parâmetros avaliados.

Em relação às diacilhidrazinas (metoxifenozida e tebufenozida), no presente trabalho, o período de desenvolvimento larval foi reduzido significativamente (Tabela 3), sendo esse efeito é esperado por se tratar de um agonista do 20E. A fecundidade foi reduzida em até 40% em relação à testemunha (Tabela 4), demonstrando efeito subletal dos produtos. Entretanto, Carvalho et al. (2003) relataram que os parâmetros de sobrevivência larval, longevidade e fertilidade de *C. externa* não foram afetados pela tebufenozida, entretanto, a oviposição diária/total e viabilidade dos ovos demonstrou-se inferior ao controle, indicando o efeito subletal. Os resultados de Medina (2003) e Zotti et al. (2013) foram semelhantes aos obtidos por Carvalho et al. (2003) e diferentes dos obtidos nesse presente estudo, esses autores também avaliaram os efeitos de tebufenozida sobre larvas de crisopídeos, e concluíram que os parâmetros de desenvolvimento larval, fecundidade e viabilidade de ovos não foram afetados. Rimoldi et al. (2008) estudou os efeitos letais e subletais de metoxifenozida aplicado sobre ovos de *C. externa*, entretanto, com resultados semelhantes ao tratamento controle.

Em relação ao inseticida buprofezina, trabalhos apresentados por Carvalho (1993) e Velloso et al. (1999) demonstraram que o inseticida é seletivo a *C. cubana* e *C. externa*, permitindo o desenvolvimento de larvas, pupas e adultos similarmente ao controle. Contudo, a redução no período de oviposição, bem como a redução em 20% na fecundidade obtidos nesse trabalho (Tabela 4) são indícios do efeito subletal desse inseticida. Uchida et al. (1986) observaram que a praga *N. lugens* tratada com buprofezina e, posteriormente, injetados com doses do hormônio 20-hidroxiecdisonio (20E) apresentaram oviposição igual ao controle, por outro lado, sem a injeção do hormônio, reduziram significativamente a oviposição. Os mecanismos de como o hormônio 20E afetam a reprodução e embriogênese em insetos ainda são desconhecidos, entretanto, pelo trabalho do autor, entende-se que a buprofezina afeta a oviposição em algumas espécies de artrópodes interferindo no 20E.

3.3 Efeito total de inseticidas sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*

Com base no efeito total os inseticidas piriproxifem, tebufenozida, metoxifenozida e buprofezina causaram redução na fecundidade de 20 a 40% e na fertilidade de no máximo 10%, sendo considerados levemente nocivos (30 < E ≤ 79 de redução), enquanto que, diflubenzurom e lufenurom causaram 100% de mortalidade de larvas de *C. cubana* e foram considerados nocivos ao predador (E>99%) (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito total e classificação de toxicidade dos inseticidas aplicados sobre larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana*

Tratamento[1]	Mortalidade corrigida (%)	Fecundidade[2]	Fertilidade[3]	Efeito total (%)	Classe de Toxicidade[4]
Lufenurom (0,05)	100,0	0,0	0,0	100,0	IV
Diflubenzurom (0,12)	100,0	0,0	0,0	100,0	IV
Tebufenozida (0,48)	12,5	0,6	0,9	48,7	II
Metoxifenozida (0,75)	0,0	0,7	0,9	36,1	II
Buprofezina (0,50)	12,5	0,8	0,9	38,9	II
Piriproxifem (0,48)	83,3	1,5	1,0	75,8	II

[1] Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água). [2] Número de ovos/fêmea/dia. [3] Viabilidade dos ovos coletados após 3º dia de oviposição. [4] Segundo IOBC/WPRS

Os resultados indicam que estudos de semi-campo em larvas devem ser conduzidos para piriproxifem, tebufenozida, metoxifenozida, buprofezina, lufenurom e diflubenzurom, uma vez que foram considerados levemente nocivos ou nocivos, sendo necessária a confirmação dos resultados em condições mais realísticas.

3.4 Tabela de vida

A estimativa dos parâmetros de tabela de vida revelou que os inseticidas buprofezina, metoxifenozida e tebufenozida não afetaram a taxa líquida de reprodução (R_o), a taxa intrínseca de crescimento (r_m) e a taxa finita de aumento (λ) (Tabela 5). No entanto, diferenças significativas foram constatadas no tempo médio entre gerações (T). Os menores valores de T foram constatados nos insetos expostos aos inseticidas tebufenozida e metoxifenozida. Lufenurom, diflubenzurom e

piriproxifem ocasionaram mortalidade de larvas superiores a 92%, impossibilitando a análise dos parâmetros da tabela de vida.

Resultados semelhantes foram encontrados em *C. externa*, *C. carnea* e *C. johnsoni* tratados na dose máxima de registro, com compostos pertencentes ao grupo das benzoilfenilureias (MEDINA et al., 2003; BUENO; FREITAS, 2004; AMARASEKARE; SHEARER, 2013; ZOTTI et al., 2013). Pelos resultados expostos neste trabalho e de outros autores, é possível inferir que as benzoilureias, ao contrário que do senso comum diz, são substâncias com seletividade limitada a algumas ordens de inimigos naturais apresentando efeitos letal e subletais sobre crisopídeos. A “falsa ideia” de que estes compostos sejam seletivos se deve ao fato de não apresentam efeito “knock-down” como piretróides e organofosforados, sendo necessário um intervalo de tempo suficiente para que ocorra a próxima muda e, consequentemente, a morte do inseto.

Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros de tabela de vida de *Ceraeochrysa cubana* expostas aos inseticidas reguladores de crescimento

Tratamento[1]	**Parâmetros**[2]			
	R_o	T	r_m	λ
Controle	117,86 ± 42,90 a	44,49 ± 2,27 a	0,1057 ± 0,0107 a	1,1116 ± 0,0118 a
Tebufenozida (0,48)	72,93 ± 29,51 a	38,88 ± 1,47 b	0,1078 ± 0,0131 a	1,1139 ± 0,0145 a
Metoxifenozida (0,75)	73,52 ± 31,83 a	39,80 ± 2,30 b	0,1051 ± 0,0125 a	1,1109 ± 0,0137 a
Buprofezina (0,50)	115,85 ± 39,78 a	48,58 ± 3,60 a	0,0969 ± 0,0104 a	1,1018 ± 0,0114 a
Piriproxifem* (0,20)	-	-	-	-

[1] Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água). [2] Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey-Kramer ($\alpha \leq 0,05$). *Tratamento retirado da análise devido a reduzido número de insetos sobreviventes (n=5)

3.5 Efeitos letal, subletais e total de inseticidas aplicados sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana*

O tratamento diflubenzurom reduziu significativamente a longevidade de fêmeas e machos quando comparado ao tratamento controle, bem como a fecundidade total e fertilidade, indicando a ocorrência do efeito esterilizante sobre a espécie (Tabela 6). Lufenurom apresentou resultados semelhantes à diflubenzurom, entretanto, não se diferenciou da testemunha quanto à longevidade de fêmeas. Tebufenozida, metoxifenozida e buprofezina não interferiram nas variáveis avaliadas e foram similares ao controle.

Piriproxifem reduziu significativamente a fecundidade sendo considerado efeito subletal sobre *C. cubana*. Outro efeito observado neste tratamento foi a elevada mortalidade de adultos (Tabela 7) pelo mesmo problema relatado nos ensaios com larvas de primeiro instar; houve limitação da mobilidade dos insetos após aplicação do inseticida piriproxifem via torre de Potter, os adultos observados apresentaram deformações funcionais nas asas o que pode ter prejudicado na reprodução e oviposição. O mesmo problema foi reportado por Rugno (2013) em que a sobrevivência de adultos de *C. cubana* tratada com piriproxifem foi reduzida devido aos possíveis efeitos da formulação.

Os tratamentos metoxifenozida, tebufenozida e buprofezina apresentaram resultados estatisticamente iguais ao controle em todos os parâmetros avaliados.

Analisando-se o efeito total dos inseticidas (Tabela 7), tebufenozida, metoxifenozida, buprofezina e piriproxifem foram considerados inócuos, enquanto que, lufenurom e diflubenzurom foram considerados nocivos ao predador.

Os resultados corroboram com os de outros autores para diferentes espécies como *C. externa, C. carnea, C. johnsoni, Ceraeochrysa cinta* (Schneider) e estudos com *C. cubana* (BUENO; FREITAS, 2004; AMARASEKARE; SHEARER, 2013; MEDINA et al., 2013; RUGNO, 2013; ZOTTI et al., 2013;); benzoilureias foram considerados nocivos às espécies quando aplicada em larvas de primeiro a terceiro instares ou adultos, enquanto que, as diacilhidrazinas e buprofezina foram consideradas inócuos.

Tabela 6 - Longevidade (dias) de fêmeas e machos, fecundidade total média e fertilidade de fêmeas de *C. cubana* pulverizados com inseticidas reguladores de crescimento após emergência (<24h) (25 ± 2°C; 70 ± 10% UR; 14L:10E fotoperíodo)

Tratamento*	**Longevidade (dias)[1]**		**Fecundidade total média[2]**	**Fertilidade (%)[3]**
	Fêmea	**Macho**		
Lufenurom (0,05)	48,7 ± 11,71 ab	65,5 ± 11,00 b	22,9 ± 21,32 c	0,0 ± 0,00 b
Diflubenzurom (0,12)	43,9 ± 12,84 b	67,0 ± 14,21 b	1,5 ± 0,57 c	0,0 ± 0,00 b
Tebufenozida (0,48)	79,4 ± 7,75 ab	115,5 ± 9,32 a	653,4 ± 66,99 a	84,2 ± 3,42 a
Metoxifenozida (0,75)	87,9 ± 10,53 a	105,8 ± 12,74 a	741,2 ± 107,46 a	84,6 ± 5,77 a
Buprofezina (0,50)	78,6 ± 11,84 ab	92,7 ± 14,78 a	551,8 ± 121,88 a	79,4 ± 7,09 a
Piriproxifem (0,48)	59,4 ± 11,03 ab	73,0 ± 12,98 ab	220,6 ± 86,51 b	88,9 ± 5,67 a
Controle	81,3 ± 10,40 a	97,7 ± 10,29 a	589,1 ± 95,48 a	87,1 ± 2,60 a
F	3,296	2,589	13,930	41,79
g.l.	6, 98	6, 98	6, 98	6, 65
Valor de p	0,00536	0,0227	<0,0001	<0,0001

[1]Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente (GLM com distribuição Gaussiana, seguido por *post hoc* teste de Tukey, $p \leq 0,05$); [2]Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (GLM com distribuição quase-Poisson, seguido por *post hoc* teste de Tukey, $p \leq 0,05$); [3]Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (GLM com distribuição quase-Poisson, seguido por *post hoc* teste de Tukey-Kramer, $p \leq 0,05$); * Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água)

Tabela 7 - Efeito total e classificação de toxicidade dos inseticidas aplicados sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen 1861)

Tratamento[1]	**Mortalidade corrigida (%)[2]**	**Fecundidade[3]**	**Fertilidade[4]**	**Efeito total (%)**	**Classe de Toxicidade[5]**
Lufenurom (0,05)	0	0,01	0,00	100,00	IV
Diflubenzurom (0,12)	0	0,01	0,00	100,00	IV
Tebufenozida (0,48)	0	1,11	0,97	0,00	I
Metoxifenozida (0,75)	0	1,26	0,97	0,00	I
Buprofezina (0,50)	0	1,08	0,91	1,43	I
Piriproxifem (0,48)	0	0,70	1,02	28,35	I

[1] Tratamento inseticida seguido pela concentração utilizada (g i.a. L^{-1} de água). [2] Mortalidade média em 48 horas após tratamento. [3] Número de ovos/fêmea/dia. [4] Viabilidade dos ovos coletados após 3º dia de oviposição. [5] Segundo IOBC/WPRS

Não será necessário realizar os estudo de semi-campo e/ou campo para os produtos tebufenozida, metoxifenozida, buprofezina, piriproxifem com adultos *C. cubana*, pois, sob estas condições foram considerados inócuos. Entretanto, os mesmos tratamentos devem ser avaliados quanto a sua toxicidade a larvas do inseto, uma vez que foram considerados levemente nocivos. Os produtos lufenurom e diflubenzurom devem ser submetidos a testes de semi-campo e campo para confirmação de seu potencial toxicológico.

4 CONCLUSÕES

Buprofezina (Applaud 250), piriproxifem (Tiger 100 EC) tebufenozida (Mimic 240 SC) e metoxifenozida (Intrepid 240 SC) foram considerados inócuos aos adultos do predador *C. cubana* e levemente nocivos para larvas.

Novos estudos de seletividade em condições de semi-campo e campo devem ser conduzidos para larvas de *C. cubana* para os mesmos ingredientes ativos testados.

Lufenurom (Match EC) e diflubenzurom (Micromite 240 SC) foram considerados nocivos ao inimigo natural, sendo necessária a realização de estudos de semi-campo e campo, para confirmação dos resultados.

Lufenurom e diflubenzurom devem ser recomendados com cautela dentro de um programa de manejo integrado de pragas, sendo posicionados em fases de desenvolvimento da cultura em que o controle biológico apresenta menor impacto dentro do manejo (ex.: pré-colheita ou dessecação de culturas), bem como em situações de manejo de resistência de pragas a outros grupos químicos.

REFERÊNCIAS

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

ADAMCZYK Jr., J.J.; LEONARD, B.R.; GRAVES, J.B. Toxicity of selected insecticides to fall armyworms (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory bioassay studies. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 82, n. 2, p. 230-236. 1999.

AMARASEKARE, K.G.; SHEARER, P.W. Comparaing effects of insecticides on two green lacewings species, *Chrysoperla johnsoni* and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 106, n. 3, p. 1126-1133, 2013.

ANGELI, G.; BALDESSARI, M.; MAINES, R.; DUSO, C. Side-effects of pesticides on the predatory bug *Orius laevigatus* (Heteroptera: Anthocoridae) in the laboratory. **Biocontrol Science and Technology**, Alberta, v. 15, n. 7, p. 745-754, 2005.

ASCHER, K.R.S.; NEMNY, N.E. Toxicity of the chitin synthesis inhibitors, diflubenzurom and its dichloro-analog, to *Spodoptera littoralis* larvae. **Pesticide Science**, Oxford, v. 7, n.1, p. 1-9, 1976.

BEZERRA, C.E.S.; TAVARES, P.K.A.; MACEDO L.P.M.; FREITAS, S. de; ARAUJO, E.L. Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) associated with melon crop in Mossoró, Rio Grande do Norte State, Brazil. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 454-455, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação Geral de Agrotóxicos e Afins **AGROFIT:** sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acessado em: 12 nov. 2013.

BRUNNER, J.F.; DUNLEY, J.E.; DOERR, M.D.; BEERS, E.H. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. **Journal of Economical Entomology**, Lanham, v. 94, p. 1075-1084, 2001.

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, 2002.

CARMICHAEL, J.A.; LAWRENCE, M.C.; GRAHAM, L.D.; PILLING, P.A.; EPA, V.C.; NOYCE, L.; LOVRECZ, G.; WINKLER, D.A.; PAWLAK-SKRZECZ, A.; EATON, R.E.; HANNAN, G.N.; HILL, R.J. The X-ray structure of a hemipteran ecdysone ligand-binding domain and implications for insecticide design. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v. 280, p. 22258-22269, 2005.

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, 2009. p. 77-115.

CARVALHO, G.A. **Seletividade de compostos reguladores de crescimento de insetos a *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: chrysopidae).** 1993. 75 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.

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, 2011.

CARVALHO, G.A.; BEZERRA, D.; SOUZA, B.; CARVALHO, C.F. Efeito de inseticidas usados na cultura do algodoeiro sobre *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 699-706, 2003.

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

CHAKRABORTI, S.; CHATTERJEE, M.L. Effect of four benzophenylureas on the chickpea pod borer, *Heliothis armigera* (Hub.) (Lepidoptera: Noctuidae) in the field. **Journal of Entomological Research**, New Delhi, v. 24, n.2, p. 177-184, 2000.

CHARMILLOT, P.J.; GOURMELON, A.; FABRE, A.L.; PASQUIER, D. Ovicidal and larvicidal effectiveness of several insect growth inhibitors and regulators on the codling moth *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, p. 147-153, 2001.

CHEN, T.Y.; LIU, T.X. Susceptibilty of immature stages of *Chrysoperla rufilabris* (Neuropt., Chrysopidae) to pyriproxyfen, a juvenile hormone analog. **Journal of Applied Entomology,** Berlin, v. 126, n.2, p. 125-129, 2002.

CHI, H. Life-table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. **Environmental Entomology**, College Park, v. 17, n.1, p. 26-34, 1988.

_____. **TWOSEX-MSChart:** a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. 2012. Disponível em: <http://www.140.120.197.173/Ecology/>. Acesso em: 14 jul. 2014.

CHI, H.; LIU, H. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica**, Taipei, v. 24, n. 2, p. 225-240, 1985.

CORDEIRO, E.M.; CORREA, A.S.; VENZON, M.; GUEDES, R.N. Insecticide survival and behavioral avoidance in the lacewings *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana.* **Chemosphere**, Oxford, v. 81, n. 10, p. 1352-1357, 2010.

DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C.; Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P. S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 71-93.

DEMÉTRIO, C.G.B.; HINDE, J.P. Half-normal plots and overdispersion. **GLIM Newsletter**, Oxford, v. 27, p. 19-26, 1997.

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

DHADIALLA, T.S.; ROSS Jr., R. Insect molting and metamorphosis: Bisachylhidrazines: novel chemistry for insect control In: KRAMER, W.; SCHIRMER, U.; JESCHKE, P.; WITSCHEL, M. (Ed.). **Modern crop protection compounds**. 2nd ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012. p. 957-983.

DHADIALLA, T.S.; CARLSON, G.; LE, D. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 43, p. 545-569, 1998.

DHADIALLA, T.S.; RETNAKARAN, A.; SMAGGHE, G. Insect growth and development disrupting insecticides. In: GILBERT, L.I.; KOSTAS, I.; GILL, S. (Ed.). **Comprehensive insect molecular science.** Oxford: Pergamon, 2005. v. 6, p. 55-116.

DUNNETT, C.W. Pairwise multiple comparisons in the homogeneous variance, unequal sample size case. **Journal of the American Statistical Association**, Alexandria, v. 75, n. 372, p. 789-795, 1980.

FERREIRA, R.J.; FREITAS, S. Hábito alimentar de larvas de *Nodita camposi* (Neuroptera, Chrysopidae) que ocorre na cultura do citros em Jaboticabal, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Lavras: SEB, 1995. p. 615.

FOERSTER, A.L. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoide. In: BENTO, J.M.S. **Controle biológico no Brasil**: parasitoides e predadores. São Paulo: Manole, 2002. p. 95-114.

FREITAS, S.; PENNY, N.D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, San Francisco, v. 52, p. 245-395, 2001.

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

GAZZONI, D.L. **Manejo de pragas da soja**: uma abordagem histórica. Londrina: Embrapa, CNPSo; Brasília: EMBRAPA, SPI, 1994. 72 p.

GRAF, J.F. The role of insect growth regulators in the control of ectoparasites. World association for the advancement of veterinary parasitology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 17., 1999, Copenhagen. **Scientific communications...** Copenhagen: Novartis Animal Health, 1999. p. 1-5.

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

GOODMAN, D. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. **American Naturalist**, Chicago, v. 119, n. 6, p. 803-823, 1982.

HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHUTZ, H.; BOLLER,E.; BRUN, J.; CALIS, M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HELYER, N.; HOKKANEN, H.; LEWIS, GB.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; POLGAR, L.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; STAUBLI, A.; STERK, G.; VAINIO, A.; van de VEIRE, M.; VIGGIANI G.; VOGT, H: Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-working group "pesticides and beneficial organisms". **Entomophaga**, Cachan, v. 39, p. 107-119, 1994.

HINDE, J.; DEMÉTRIO, C.G.B. Overdispersion: models and estimation. **Computational Statistics & Data Analysis**, New York, v. 27, n. 2/3, p. 151-170, 1998.

HSU, A.C.T. 1,2-Diacyl-1-alkylhydrazines. In: BAKER, B.R.; FENYES, J.G.; MOBERG, W.K. (Ed.). **Synthesis and chemistry of agrochemicals II.** Washington: American Chemical Society, 1991. p. 478-490. (ACS Symposium Series, 443).

HUANG, Y.B.; CHI, H. Age-stage, two-sex life tables of *Bactroceracucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. **Insect Science**, Shanghai, v. 19, n. 2, p. 263-273, 2012.

ISHAAYA, I.; DE COCK, A.; DEGHEELE, D. Pyriproxiyfen, a potente supressor of egg hatch and adult formation of the greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 87, p. 1185-1189, 1994.

IZAWA, Y.; UCHIDA, M.; YASUI, M. Mode of action of buprofezina on the twenty-eight-spotted ladybird, *Henosepilachna vigintioctopunctata* Fabricius. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 50, n. 5, p. 1369-1371, 1986.

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

KOHLER, J.S. Case 20: the green revolution. In.: FLEISHMAN, J.; KOHLER, J.S.; SCHINDLER, S. **Casebook for the foundation**: a great American secret. New York: Perseus Books, 2009. p. 51-58.

LEGASPI, J.C.; LEGASPI Jr., B.C.; SALDAÑA, R.R. Laboratory and field evaluations of biorational insecticides against the Mexican rice borer (Lepidoptera: Pyralidae) and a parasitoid (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economical Entomology**, Lanham, v. 92, p. 804-810, 1999.

LIU, T.X.; CHEN, T.Y. Effects of the chitin synthesis inhibitor buprofezina on survival and development of immatures of *Chrysoperla rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economical Entomology**, Lanham, v. 93, p. 234-239, 2000.

MEDINA, P.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F.; TIRRY, L.; VIÑUELA, E. Toxicity and absorption of Azadirachtin, Diflubenzuron, Pyriproxyfen and Tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Environmental entomology**, College Park, v. 32, n. 1, p. 196-203, 2003.

NARANJO, S.E.; ELLSWORTH, P.C. Fifty years of the integrated control concept: moving the model and implementation forward in Arizona. **Pest Management Science**, London, v. 65, p. 1267-1286. 2009.

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

NELDER, J.A.; WEDDERBURN, R.W.M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, London, v. 135, n. 3, p. 370-384, 1972.

OHBA, S.; OHASHI, K.; PUJIYATI, E.; HIGA, Y.; KAWADA, H.; MITO, N.; TAKAGI, M. The effect of Pyiriproxyfen as a “population growth regulator” against *Aedes albopictus* under semi-field conditions. **PLoS One,** San Francisco, v. 8, n. 7, p. e67045, 2013. Disponível em: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0067045>. Acesso em: 27 jul. 2014

PALLI, S.R.; LADD, T.R.; SOHI, S.S.; COOK, B.J.; RETNAKARAN, A. Cloning and developmental expression of Choristoneura hormone receptor 3, an ecdysone-inducible gene and a member of the steroid hormone receptor superfamily. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, London, v. 46, p. 485–499, 1996.

PINEDA, S.; SCHNEIDER, M.I.; SMAGGHE, G.; MARTÍNEZ, A.M.; Del ESTAL, P.; VIÑUELA, E.; VALLE, J.; BUDIA, F. Lethal and sublethal effects of methoxyfenozide and spinosad on *Spodoptera littoralis*. **Journal of Economical Entomology**, Lanham, v. 100, p. 773-780, 2007.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R:** A language and environment for statistical computing. 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org/)>. Acessado em: 14 jul. 2014.

RETNAKARAN, A.; GRANETT, J.; ENNIS, T. Insect growth regulators. In: KERKUT, J.A.; GILBERT, L.I. (Ed.). **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. Oxford: Pergamon Press, 1985. v. 12, p. 529-601.

RIBEIRO, A.E.L.; CASTELLANI, M.A.; FREITAS, S.de; NOVAES, Q.S. de; PÉREZ-MALUF, R.; MOREIRA, A.A. Análise faunística e ocorrência sazonal de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em pomar comercial de manga (*Mangifera indica* L.), no semi-árido da região sudoeste da Bahia, Brasil. **Boletín de Sanidad Vegetal**: Plagas, Madrid, v. 35, n. 1, p. 15-23, 2009.

RIMOLDI, F.; SCHNEIDER, M.I.; RONCO, A.E. Susceptibility of *Chrysoperla externa* eggs (Neuroptera: Chrisopidae) to conventional and biorational insecticides. **Environmental Entomology**, College Park, v. 37, n. 5, p. 1252-1257, 2008.

RUBERSON, J.; NEMOTO, H.; HIROSE, Y. Pesticides and conservation of natural enemies in pest management. In: BARBOSA, P. (Ed.). **Conservation biological control**. Philadelphia: Elsevier, 1998. p. 207-220.

RUGNO, G.R. **Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros ao predador *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), desenvolvimento em diferentes temperaturas e diversidade de crisopídeos em propriedades com manejo intensivo e convencional de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)**. 2013. 118 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SCOMPARIN, C.H.J.; FREITAS, S.; XAVIER, A.L.Q.; Hábito alimentar de larvas de crisopídeos que ocorrem na cultura do citros. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO, 4.,1994, Gramado. **Anais...** Pelotas. EMBRAPA, CPACT, 1994. p. 658.

SHEETS, J.J. Chintin synthesis. In. KRAMER, W.; SCHIRMER, U.; JESCHKE, P.; WITSCHEL, M. (Ed.). **Modern crop protection compounds**. 2nd ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012. p. 999-1011.

SMAGGHE, G.; GOMEZ, L.E.; DHADIALLA, T.S. Bisacylhydrazine insecticicdes for selective pest control. **Advances in Insect Physiology**, Burlington, v. 43, p. 163-249, 2012.

SMAGGHE, G.; CARTON, B.; DECOMBEL, L.; TIRRY, L. Significance of absorption, oxidation and binding to toxicity of four ecdysone agonists in multi-resistant cotton leafworm. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, Hoboken, v. 46, p. 127-139, 2001.

SMAGGHE, G.; CARTON, B.; WESEMAEL, W.; ISHAAYA, I.; TIRRY, L. Ecdysone agonists: mechanism of action and application on *Spodoptera species*. **Pesticide Science**, Oxford, v. 55, p. 343-389, 1999.

SMAGGHE, G.; DHADIALLA, T.S.; DERYCKE, S.; TIRRY, L.; DEGHEELE, D.; Action of the ecdysteroid agonist tebufenozide in susceptible and artificially selected beet armyworm. **Pesticide science**, Oxford, v. 54, p. 27-34, 1998.

STAAL, G.B. Insect growth regulators with juvenile hormone activity. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 20, p. 407-460, 1975.

TOMLIN, C.D.S. **The pesticide manual:** a world compendium. 15th ed. Oxford: CABI, 2011. 1457 p.

TRISYONO, A.; PUTTLER, B.; CHIPPENDALE, G.M. Effect of the ecdysone agonists, methoxyfenozide and tebufenozide, on the lady beetle, *Coleomegilla maculate*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Edinburgh, v. 94, p. 103-105, 2000.

UCHIDA, M.; ASAI, T.; SUGIMOTO, T. Inhibition of cuticle deposition and chitin biosynthesis by a new insect growth regulator, buprofezina, in *Nilaparvata lugens* Stal. **Agricultural Biological Chemistry**, Tokyo, v. 49, n. 4, p. 1233-1234, 1985.

UCHIDA, M.; IZAWA, Y.; SUGIMOTO, T. Antagonistic effect of 20-Hydroxy-ecdysone to an insect growth regulator, Buprofezin, in *Nilaparvata lugens* Stal. **Agricultural Biological Chemistry**, Tokyo, v. 50, n. 7, p. 1913-1915, 1986.

van EMDEN, H.F.; PEAKALL, D.B. **Beyond silent spring**. Integrated pest management and chemical safety. London: Springer, 1996. 320 p.

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

VIVEK, S.; PAUL, B.; PANDI, G.G.P.; SHANKARGANESH, K. Relative toxicity of insecticides on larval stages of green lacewing *Chrysoperla* sp. (Carnea-group) (Chrysopidae: Neuroptera). **Indian Journal of Entomology**, New Delhi, v. 74, n. 4, p. 394-397, 2012.

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

VOGT, H.; VIÑUELA, E.; BOZSIK, A.; HILBECK, A.; BIGLER, F. Interactions with plant management strategies In: McEWEN, P.K.; NEW, T.R.; WHITTINGTON, A.E. (Ed.). **Lacewings in the crop environment**. Edinburgh: Cambridge University Press, 2007. p. 357-397

WEINZIERL, R. Integrating pesticides with biotic and biological control for arthropod pest management. In: RADCLIFFE, E.B.; HUTCHISON, W.D.; CANCELADO, R.E. (Ed.). **Integrated pest management:** concepts, tactics, strategies & case studies. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. p.179-191.

WING, K.D. RH-5849, a non steroidalecdysone agonist: effect on Drosophila cell line. **Science**, New York, v. 241, p. 467–469, 1988.

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

ZOTTI, M.J.; CHRISTIAENS, O.; ROUGÉ, P.; GRUTZMACHER, A.D.; ZIMMER, P.D.; SMAGGHE, G. Sequencing and structural homology modeling of the ecdysone receptor in two neuropteran insects (*chrysopids*) used in biological control of pest insects. **Ecotoxicology**, London, v. 21, p. 906-918, 2012.