

BIOLOGICAL CONTROL

Toxicidade de Produtos Fitossanitários Utilizados na Cultura do Cafeeiro a Larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) e Efeitos Sobre as Fases Subseqüentes do Desenvolvimento do Predador

ROGÉRIO A. SILVA¹, GERALDO A. CARVALHO², CÉSAR F. CARVALHO², PAULO R. REIS¹, ANTÔNIO M.A.R. PEREIRA² E LUCIANO V. COSME²

¹EPAMIG-CTSM/EcoCentro, C. postal 176, 37200-000, Lavras, MG, rogeriosilva@epamig.ufla.br

²Depto. Entomologia, Univ. Federal de Lavras, C. postal 3037, 37200-000, Lavras, MG

Neotropical Entomology 34(6):951-959 (2005)

Toxicity of Pesticides Used in Coffee Crops to Larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) and Their Effects on Subsequent Stages of the Predator

ABSTRACT - The objective was to evaluate the selectivity of pesticides used in coffee crops to larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen) and their effects on the subsequent developmental stages of the predator. The treatments in g a.i./L of water were: 1 - endosulfan (Thiodan 350 CE – 1.75), 2 - chlorpyrifos (Lorsban 480 CE – 1.2), 3 - betacyfluthrin (Turbo 50 CE – 0.013), 4 - sulphur (Kumulus 800 PM – 4.0), 5 - azocyclotin (Peropal 250 PM – 0.31), 6 – copper oxichloride (Cuprocarb 500 PM – 5.0) and 7 - control (water). The products were sprayed on first, second and third-instar larvae using a Potter's tower. The larvae were individualized in glass tubes and maintained at 25 ± 2°C, RH of 70 ± 10% and 12h photophase. The toxicity of the pesticides was calculated based in their total effect (E) and classified according to recommendations of IOBC. Chlorpyrifos and betacyfluthrin were harmful to first-instar larvae (E > 99%). Endosulfan, sulphur, azocyclotin and copper oxichloride were harmless to first-instar larvae and the others were selective. Chlorpyrifos was also toxic to second and third-instar larvae, and the other compounds were selective (E < 30%). None of the pesticides affected the duration and survival rate of pupae or the sex ratio of the adults originated from treated larvae. Endosulfan, sulphur, azocyclotin and copper oxichloride were harmless to the larval stage of *C. externa* and did not affect the subsequent stages, so that they can be recommended in IPM programs for the coffee crop.

KEY WORDS: Insecta, *Coffea arabica*, green lacewing, insecticide, acaricide, selectivity

RESUMO - Avaliou-se a seletividade fisiológica de alguns produtos fitossanitários utilizados em cafeeiro a larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) e seus reflexos nas fases subseqüentes do desenvolvimento do predador. Os tratamentos avaliados, em g i.a./L de água foram: 1- endossulfam (Thiodan 350 CE – 1,75), 2- clorpirifós (Lorsban 480 CE – 1,2), 3- betaciflutrina (Turbo 50 CE – 0,013), 4- enxofre (Kumulus 800 PM – 4,0), 5- azociclotina (Peropal 250 PM – 0,31), 6- oxicloreto de cobre (Cuprocarb 500 PM – 5,0) e 7- testemunha (água). As pulverizações foram realizadas em larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstars de *C. externa*, por meio de torre de Potter. Em seguida, as larvas foram individualizadas em tubos de vidro e mantidas em câmara climatizada regulada a 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h. A toxicidade dos produtos foi calculada em função do seu efeito total (E) e categorizada conforme escala proposta pela IOBC. Clorpirifós e betaciflutrina foram nocivos a larvas de primeiro ínstar (E > 99%) e os demais foram seletivos. Clorpirifós foi também tóxico a larvas de segundo e terceiro ínstars, sendo os demais compostos inócuos ao predador (E < 30%). Nenhum dos produtos avaliados afetou a duração e sobrevivência de pupas, ou a razão sexual e fase adulta dos indivíduos provenientes de larvas tratadas. Endossulfam, enxofre, azociclotina e oxicloreto de cobre foram seletivos para larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstars de *C. externa* e não afetaram as fases subseqüentes do desenvolvimento desse crisopídeo, podendo ser utilizados no manejo de pragas na cultura do cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, *Coffea arabica*, crisopídeo, inseticida, acaricida, seletividade

O estado de Minas Gerais, maior produtor nacional de café, tem seu parque cafeeiro composto predominantemente por lavouras novas e cultivares mais produtivas. Contudo, inúmeras espécies de artrópodes-praga estão associadas a essa importante cultura. O controle de pragas com agrotóxicos, se necessário, deve ser feito utilizando-se produtos seletivos, minimizando assim o desequilíbrio biológico. O cafeeiro, por ser perene, favorece o aumento populacional de predadores e parasitóides que podem atingir níveis capazes de reduzir populações de pragas, o que é favorável para a implantação de medidas de controle integrado (Reis & Souza 1998, Gliessman 2000).

Entre os organismos predadores, em vários agroecossistemas têm sido encontrados com frequência aqueles pertencentes à família Chrysopidae. São insetos polípagos, com atuação importante na redução da densidade populacional de diversos artrópodes-praga. Na Região Neotropical, destaca-se *Chrysoperla externa* (Hagen), ocorrendo naturalmente em várias culturas de interesse econômico, como a do cafeeiro, e é considerada agente potencial de controle biológico de diversas pragas de importância agrícola (Gravena 1992, Carvalho et al. 1994, Fonseca et al. 2001).

Dentro das estratégias de manejo integrado de pragas, o controle biológico natural exercido pelos crisopídeos pode ser importante na regulação populacional do bicho-mineiro do cafeeiro e dos ácaros *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Tetranychidae) e *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Tenuipalpidae). Atenção especial deve ser dada ao controle químico, o método mais usado para o controle desses organismos na cultura do cafeeiro, para que prejudiquem menos os inimigos naturais (Gravena 1992, Ecole et al. 2002).

No presente trabalho objetivou-se avaliar a ação de alguns produtos fitossanitários utilizados na cultura do cafeeiro para larvas de *C. externa* nos três instares e seus reflexos nas fases subseqüentes do seu desenvolvimento.

Material e Métodos

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Estudos de Seletividade do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, UFLA, de junho de 2002 a janeiro de 2003.

Criação de Manutenção. Adultos de *C. externa* foram coletados em cafeeiros, no Campus da UFLA e mantidos em sala climatizada regulada a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h. A criação foi realizada seguindo a metodologia utilizada por Ribeiro et al. (1991), colocando-se dez casais em gaiolas de PVC de 20 cm de altura e 15 cm de diâmetro, revestidas internamente com papel filtro, apoiadas em bandejas plásticas de 25 cm de diâmetro e alimentadas com levedo de cerveja e mel (1:1 v/v). A parte superior de cada gaiola foi fechada com filme laminado de PVC, sendo que os ovos de terceira geração e com cerca de 12h de idade foram retirados das gaiolas e individualizados em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura e mantidos nas mesmas condições climáticas em que foram mantidos os adultos.

Testes de Seletividade. Empregou-se a metodologia estabelecida pela "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants" (IOBC) (IOBC/WPRS 1992, Hassan 1997, Carvalho et al. 2002).

Os compostos e doses utilizadas são apresentados na Tabela 1, sendo que o tratamento testemunha foi composto somente de água.

Aplicação dos Produtos em Larvas. Empregaram-se 40 larvas de primeiro, segundo e terceiro instares, por tratamento, com aproximadamente 12h após a eclosão ou mudança de instar, as quais foram colocadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro e pulverizadas por meio de torre de Potter regulada à pressão de 15 lb/pol², com volume de aplicação de $1,5 \pm 0,5 \mu\text{l}/\text{cm}^2$. Em seguida, foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro e 8,5 cm de altura, vedados com filme de PVC laminado e, a cada dois dias, alimentadas *ad libitum* com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae).

Os insetos foram mantidos em câmaras reguladas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com sete tratamentos e dez repetições, sendo cada parcela composta por quatro larvas nos respectivos instares. Foram avaliadas a duração e a sobrevivência de cada instar e de pupas, e a razão sexual de adultos oriundos de larvas submetidas aos tratamentos.

Tabela 1. Especificação dos inseticidas, com os nomes técnicos e comerciais, grupos químicos e doses utilizadas.

Nome técnico	Nome comercial	Dose (g i.a./L de água)	Grupo químico
Endossulfam	Thiodan 350 CE	1,75	Éster do ac. sulf. diol cíclico
Clorpirifós	Lorsban 480 CE	1,2	Organofosforado
Betaciflutrina	Turbo 50 CE	0,013	Piretróide
Enxofre	Kumulus 800 PM	4,0	Enxofre
Azociclotina	Peropal 250 PM	0,31	Organo estânico
Oxicloreto de cobre	Cuprogarb 500 PM	5,0	Cúprico

Para avaliar o efeito dos tratamentos na reprodução de adultos oriundos de larvas sobreviventes após a emergência os espécimes foram separados por sexo e os casais separados em gaiolas de PVC de 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro, e mantidos nas mesmas condições climáticas já descritas. Após o período de pré-oviposição e a intervalos de três dias, avaliou-se, durante quatro semanas consecutivas o número de ovos por fêmea. Para avaliar a viabilidade dos ovos, foram coletados 96 ovos por tratamento, os quais foram individualizados em compartimentos de placas de microtitulação usadas em teste ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay) e mantidos em sala climatizada durante seis dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e cada parcela foi composta por um casal. O número de tratamentos variou em função do nível de mortalidade provocado pelos compostos nos três instares do predador, sendo que o número mínimo de repetições foi de sete casais por tratamento.

Análise dos Dados. O efeito total (E) de cada produto fitossanitário ao longo do desenvolvimento de *C. externa* foi determinado em função da porcentagem de mortalidade e/ou influência na sua reprodução, sendo calculado por meio da fórmula $E = 100\% - (100\% - M\%) \times R1 \times R2$, proposta por Vogt (1992), sendo: E = efeito total (%); M% = mortalidade no tratamento corrigida pela fórmula de Abbott (1925); R1 = razão entre a média diária de ovos por fêmea tratada e não tratada e R2 = razão entre a viabilidade média de ovos por fêmea tratada e não tratada. Após a obtenção do efeito total, cada composto foi enquadrado nas classes de toxicidade conforme Hassan (1997), sendo: classe 1 = inócuo ($E < 30\%$ de mortalidade e/ou redução na reprodução), classe 2 = levemente nocivo ($30 \leq E \leq 79\%$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80 \leq E \leq 99\%$) e classe 4 = nocivo ($E > 99\%$).

Os dados de duração e sobrevivência das fases de larva e

de pupa e de razão sexual foram submetidos à análise de variância, sendo que as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott e Knott a 5% de significância (Scott & Knott 1974).

Resultados e Discussão

Efeito dos Produtos em Larvas de Primeiro Instar. A duração das larvas nesse instar não foi afetada pela aplicação do endossulfam, enxofre, azociotina e oxicloreto de cobre, não ocorrendo também diferenças entre os tratamentos para a duração e sobrevivência de larvas de segundo e terceiro instares sobreviventes (Tabela 2). A duração do primeiro estágio variou de 2,6 a 2,7 dias, sendo menor que a observada por Aun (1986) que foi de 3,8 dias para larvas de *C. externa* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, a 25°C. Isso ocorreu, provavelmente, em função das diferenças na metodologia de criação, bem como pelas distintas procedências das populações do predador.

A sobrevivência das larvas nesse instar foi influenciada por clorpirifós e betaciflutrina, os quais provocaram 100% de mortalidade. Isso pode ocorrer porque o clorpirifós age por ingestão e/ou contato, impedindo a degradação da acetilcolina pela inibição da acetilcolinesterase, provocando distúrbios neurológicos, e também pelo efeito de choque (*knock down*), muitas vezes instantâneo, dos piretróides como betaciflutrina, conforme relatado por Rigitano & Carvalho (2001). Entre os demais tratamentos não ocorreram diferenças significativas e as sobrevivências variaram de 87,5% a 100% para larvas tratadas com oxicloreto de cobre e para aquelas pulverizadas com o acaricida azociotina, respectivamente (Tabela 2).

A mortalidade provocada por piretróides também foi observada por Godoy *et al.* (2004), quando aplicaram deltametrina, na dose de 0,0125 g i.a./ L de água em larvas de primeiro instar de *C. externa* e não constataram sobrevivência. Resultados semelhantes também foram

Tabela 2. Duração (dias) e sobrevivência (%) (\pm EP) dos três instares de *C. externa*, provenientes de larvas de primeiro instar pulverizadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h

Tratamentos	Primeiro instar		Segundo instar		Terceiro instar	
	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência ^{n.s.}	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência ^{n.s.}
Endossulfam	2,6 \pm 0,01	90,0 \pm 4,08 a	3,0 \pm 0,01	100,0 \pm 0,00	2,7 \pm 0,11	100,0 \pm 0,00
Clorpirifós	-	0,0 \pm 0,0 b	-	-	-	-
Betaciflutrina	-	0,0 \pm 0,0 b	-	-	-	-
Enxofre	2,7 \pm 0,02	92,5 \pm 5,34 a	3,0 \pm 0,02	100,0 \pm 0,00	2,6 \pm 0,10	100,0 \pm 0,00
Azociotina	2,7 \pm 0,01	100,0 \pm 0,00 a	3,0 \pm 0,01	100,0 \pm 0,00	2,6 \pm 0,10	100,0 \pm 0,00
Oxicloreto de cobre	2,7 \pm 0,01	87,5 \pm 4,17 a	3,0 \pm 0,01	100,0 \pm 0,00	2,6 \pm 0,09	100,0 \pm 0,00
Testemunha	2,6 \pm 0,01	97,5 \pm 2,50 a	3,0 \pm 0,01	97,5 \pm 2,50	2,4 \pm 0,08	100,0 \pm 0,00
CV (%)	1,71	12,54	1,18	3,55	11,91	0,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$); ^{n.s.} não significativo.

encontrados por Carvalho *et al.* (2002), quando aplicaram o piretróide fenpropatrina na dose de 0,09 g i.a./L de água, em larvas de primeiro estágio da mesma espécie, não constatando sobrevivência. Igualmente, Moraes & Carvalho (1993) constataram 00% de mortalidade quando aplicaram fenpropatrina a 0,12 g i.a./L de água, em placas de Petri onde foram liberadas larvas de primeiro instar de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae).

As larvas de primeiro estágio, pulverizadas com endossulfam na dose de 1,75 g i.a./L de água, apresentaram apenas 10% de mortalidade, diferindo dos resultados de Carvalho *et al.* (2002) que, ao aplicarem o mesmo produto na dose de 1,05 g i.a./L de água, em larvas do mesmo inseto, constataram 100% de mortalidade 3h após a aplicação. Isso pode ser explicado pela diferença na metodologia de aplicação, quando os autores empregaram pulverizador manual aplicando $1,7 \pm 0,5$ mg/cm² em larvas e também no alimento, provocando, possivelmente, maior contaminação das larvas, pelo contato e ingestão do composto, contido nos ovos de *A. kuehniella*.

O resultado proporcionado pelo acaricida azociclotina, com sobrevivência de 100% (Tabela 2) diferiu do obtido por Godoy *et al.* (2004) que observou apenas 26,7% de sobrevivência de larvas de primeiro instar de *C. externa* liberadas em superfície pulverizada com um acaricida do mesmo grupo químico, óxido de fenbutatina. Os resultados obtidos nesta pesquisa assemelham-se àqueles de Ferreira *et al.* (1993) e Souza *et al.* (1996) que ao aplicarem óxido de fenbutatina nas doses de 0,3 e 0,25 g i.a./L de água em larvas de primeiro instar de *C. cubana*, também observaram 97,5% e 99,1% de sobrevivência, respectivamente.

Com exceção de clorpirifós e betaciflutrina, a duração da fase larval não foi afetada pelos outros compostos avaliados, com médias variando de 7,8 a 8,3 dias (Tabela 3). Esses resultados assemelham-se aos obtidos por Aun (1986), com o mesmo predador alimentado com ovos de *A. kuehniella* em diferentes temperaturas, constatando duração

do período larval de 9,6 dias a 25°C.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a sobrevivência da fase larval, com médias variando de 87,5% a 100% (Tabela 3), sendo superior aos resultados de Aun (1986), que obteve 62,6% de sobrevivência para larvas de *C. externa* alimentadas e mantidas em condições climáticas semelhantes. A discrepância nos resultados possivelmente tem várias causas, como espécies de regiões diferentes, geração utilizada, diferenças na metodologia de criação e na qualidade do alimento oferecido em laboratório, entre outras.

A duração e a sobrevivência da fase de pupa não foram afetadas por endossulfam, enxofre, azociclotina e oxicloreto de cobre, variando de 10 a 10,2 dias e 97,5% a 100%, respectivamente (Tabela 3). Isso possivelmente deveu-se à degradação dos compostos pelo sistema enzimático de *C. externa* na fase de larva, não apresentando toxicidade às pupas. Esses resultados assemelham-se aos de Aun (1986), que trabalhou com larvas da mesma espécie, alimentadas com ovos *A. kuehniella* e constatou duração de 7,7 dias para a fase de pupa a 25°C. A razão sexual também não foi afetada pelos produtos testados, oscilando de 0,43 a 0,58 (Tabela 3), assemelhando-se ao resultado de Silva *et al.* (2002), que observaram razão sexual de 0,5 nas mesmas condições de temperatura, para adultos provenientes de larvas alimentadas com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae).

Com relação ao efeito total (E) dos produtos fitossanitários sobre a mortalidade geral e reprodução dos adultos oriundos de larvas de primeiro instar tratadas, clorpirifós e betaciflutrina provocaram mortalidade de 100%, sendo enquadrados na classe 4 = nocivos (E > 99%). Endossulfam, enxofre, azociclotina e oxicloreto de cobre foram enquadrados na classe 1 = inócuos (E < 30%) (Tabela 4).

Efeito dos Produtos em Larvas de Segundo Instar. As larvas de segundo instar pulverizadas com betaciflutrina

Tabela 3. Duração (dias) e sobrevivência (%) (\pm EP) das fases de larva e pupa, e razão sexual de *C. externa*, provenientes de larvas de primeiro instar pulverizadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h

Tratamentos	Fase de larva		Fase de pupa		Razão sexual ^{n.s.}
	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência ^{n.s.}	
Endossulfam	8,3 \pm 0,11	90,0 \pm 4,08 b	10,0 \pm 0,09	97,5 \pm 2,50	0,58 \pm 0,06
Clorpirifós	-	0,0 \pm 0,0 c	-	-	-
Betaciflutrina	-	0,0 \pm 0,0 c	-	-	-
Enxofre	8,3 \pm 0,10	97,5 \pm 2,50 a	10,0 \pm 0,06	97,5 \pm 2,50	0,50 \pm 0,06
Azociclotina	7,8 \pm 0,55	100,0 \pm 0,00 a	10,1 \pm 0,06	100,0 \pm 0,00	0,45 \pm 0,06
Oxicloreto de cobre	8,3 \pm 0,10	87,5 \pm 4,17 b	10,2 \pm 0,12	100,0 \pm 0,00	0,43 \pm 0,06
Testemunha	8,0 \pm 0,10	97,5 \pm 2,50 a	10,2 \pm 0,08	97,5 \pm 2,50	0,47 \pm 0,07
CV (%)	10,13	10,21	2,66	6,22	40,11

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott e Knott ($P \leq 0,05$);
n.s. não significativo.

Tabela 4. Porcentagem de mortalidade de *C. externa*, número médio de ovos/dia/fêmea, viabilidade dos ovos (%), efeito total (E) e classificação de toxicidade dos compostos a partir de larvas de primeiro instar tratadas (n = 40). Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h

Tratamentos	M% ¹	Mc% ²	R' ³	R''% ⁴	E% ⁵	Classe ⁶
Endosulfam	12,5	10,2	14,8	93,1	23,35	1
Enxofre	5,0	2,6	14,0	94,7	20,77	1
Azociclotina	0,0	-	15,1	95,0	12,78	1
Oxicloreto de cobre	12,5	10,2	16,3	92,7	17,24	1
Clorpirifós	100,0	100,0	-	-	100,0	4
Betaciflutrina	100,0	100,0	-	-	100,0	4
Testemunha	2,5	-	16,9	96,4	-	-

¹M% - Mortalidade acumulada obtida ao longo do desenvolvimento do inseto.

²Mc% - Mortalidade corrigida (Abbott 1925)

³R' - Número médio de ovos/dia/fêmea

⁴R''% - Viabilidade dos ovos coletados no período de quatro semanas.

⁵E% - Efeito total dos tratamentos ao longo do desenvolvimento do inseto. $E(\%) = (100 - Mc) \times R1 \times R2$, sendo:

$R1 = R'_{\text{Tratamento}} / R'_{\text{Testemunha}}$ e $R2 = R''_{\text{Tratamento}} / R''_{\text{Testemunha}}$

⁶Classe de toxicidade preconizada pela IOBC (Hassan 1997), sendo: classe 1 = inócuos (E < 30% de mortalidade e/ou redução na reprodução), classe 2 = levemente nocivo (30 ≤ E ≤ 79%), classe 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ E ≤ 99%) e classe 4 = nocivos (E > 99%).

sofreram um choque inicial, permanecendo imóveis por aproximadamente 12h. Após esse período, começaram a se recuperar e iniciaram a alimentação, o que ocorreu, possivelmente, pela capacidade das larvas em degradar o composto por meio do sistema enzimático, o que não foi constatado para as larvas de primeiro instar. Essas observações coincidem com a sintomatologia descrita por Ferreira *et al.* (1993), quando aplicaram fenpropratrina e bifentrina em larvas de *C. cubana*, observando que 40% delas apresentaram comportamento semelhante, paralisando suas atividades por um período que variou de 4h a 18h.

De acordo com Rigitano & Carvalho (2001), os

piretróides possuem efeito de choque acentuado, contudo, permitem em certos casos a recuperação dos insetos e esse efeito pode ser uma explicação para o ocorrido neste trabalho. Ishaaya & Casida (1981) também relataram tolerância de larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens) e de outros crisopídeos a alguns piretróides e relacionaram essa resistência à alta atividade de esterases e oxidases e à baixa penetração cuticular.

O atraso no início da alimentação, no tratamento com betaciflutrina, acarretou aumento na duração do segundo instar, que foi de 3,3 dias diferindo significativamente dos demais tratamentos que variaram de 2,4 a 2,6 dias (Tabela 5). Esses

Tabela 5. Duração (dias) e sobrevivência (%) (±EP) de larvas de *C. externa*, provenientes de larvas de segundo instar pulverizadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h

Tratamentos	Segundo instar		Terceiro instar	
	Duração	Sobrevivência	Duração	Sobrevivência ^{n.s.}
Endosulfam	2,4 ± 0,02 b	97,5 ± 2,50 a	3,1 ± 0,01 b	100,0 ± 0,00
Clorpirifós	-	0,0 ± 0,00 b	-	-
Betaciflutrina	3,3 ± 0,04 a	100,0 ± 0,00 a	3,9 ± 0,28 a	95,0 ± 3,33
Enxofre	2,6 ± 0,08 b	95,0 ± 3,33 a	3,1 ± 0,11 b	96,7 ± 3,33
Azociclotina	2,6 ± 0,04 b	100,0 ± 0,00 a	3,1 ± 0,10 b	95,0 ± 3,33
Oxicloreto de cobre	2,5 ± 0,05 b	100,0 ± 0,00 a	3,0 ± 0,06 b	97,5 ± 2,50
Testemunha	2,4 ± 0,02 b	100,0 ± 0,00 a	3,0 ± 0,04 b	100,0 ± 0,00
CV (%)	5,65	5,88	13,86	4,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott e Knott (P ≤ 0,05);

^{n.s.} não significativo.

resultados assemelham-se aos obtidos por Aun (1986) para duração de larvas de *C. externa* alimentadas com ovos de *A. kuehniella*, nesse mesmo estágio, que foi de 2,9 dias. O efeito paralisante nas larvas de segundo instar afetou também as larvas no terceiro instar, aumentando a sua duração, que foi de 3,9 dias, em relação aos demais tratamentos, cujas médias variaram de 3,0 a 3,1 dias (Tabela 5). Esses resultados concordam com aqueles de Aun (1986) que observou, para larvas no terceiro instar, duração de 3,3 dias.

Clorpirifós provocou 100% de mortalidade das larvas de segundo estágio, resultado que se assemelha ao de Costa et al. (2003), que ao pulverizarem folhas de algodoeiro com esse composto na dose de 1,25 g i.a./L de água e, em seguida, liberarem larvas de segundo instar de *C. externa*, constataram 100% de mortalidade após 96h. Isso pode ser explicado pelo fato de o inseticida agir por ingestão e/ou contato, impedindo a degradação da acetilcolina pela inibição da acetilcolinesterase, provocando distúrbios neurológicos no inseto. Nos demais tratamentos, a sobrevivência variou de 95% a 100% (Tabela 5).

No tratamento com azociclotina a sobrevivência foi de 100%, assemelhando-se ao resultado obtido por Godoy et al. (2004) que, ao liberar larvas de segundo instar de *C. externa* em superfície contaminada com o acaricida óxido de fenbutatina, do mesmo grupo químico, observou sobrevivência de 93,3%. Aproximou-se também do trabalho de Souza et al. (1996) que, ao aplicarem o mesmo acaricida sobre larvas de segundo instar de *C. cubana*, observaram sobrevivência de 90%. As larvas de terceiro instar provenientes de larvas de segundo instar que receberam os tratamentos não foram afetadas por nenhum composto, com sobrevivência variando de 95% a 100% (Tabela 5).

Os produtos utilizados nas larvas de segundo instar não afetaram a fase pupal dos insetos, e a duração variou de 10,5 a 10,7 dias, com sobrevivência de 90% a 100% (Tabela 6). A razão sexual também não foi afetada pelos produtos testados, oscilando de 0,43 a 0,56 e assemelhando-se ao

resultado de Silva et al. (2002), que observaram razão sexual de 0,5 nas mesmas condições de temperatura, para adultos provenientes de larvas alimentadas com ovos de *A. argillacea*.

Com exceção de clorpirifós, que foi enquadrado na classe 4 = nocivo ($E > 99\%$), os demais compostos aplicados às larvas de segundo instar foram inseridos na classe 1 = inócuos ($E < 30\%$) (Tabela 7), demonstrando a grande sensibilidade desse inseto ao clorpirifós que, pela inibição da acetilcolinesterase, provoca distúrbios neurológicos ao inseto, levando-o a morte.

Efeito dos Produtos em Larvas de Terceiro Instar. As larvas pulverizadas com betaciflutrina permaneceram imóveis por aproximadamente 6h, e em seguida começaram a se recuperar, iniciando a alimentação, acarretando com isso maior duração nesse instar em relação aos demais tratamentos, com média de 3,3 dias, apresentando, contudo, 100% de sobrevivência (Tabela 8).

O comportamento observado demonstra a capacidade de desintoxicação das larvas nesse estágio a piretróides, conforme Ishaaya & Casida (1981) que relataram a tolerância de larvas de crisopídeos a piretróides e relacionaram essa resistência à atividade das esterases e oxidases, e à baixa penetração cuticular. Essas observações são coincidentes com aquelas descritas por Ferreira et al. (1993), quando utilizaram fenpropritrina e bifentrina em larvas de terceiro instar de *C. cubana*, observando também paralisação em 40% das larvas por um período que variou de 4h a 18h e sobrevivência de 98,7% e 97,4%, respectivamente. Entretanto, esses resultados diferem daqueles obtidos por Godoy et al. (2004), que observou 100% de mortalidade para larvas de terceiro instar de *C. externa* tratadas com deltametrina, na dose de 0,0125 g i.a./L de água. Contudo, esse autor utilizou outra metodologia, que foi a liberação de larvas de *C. externa* em superfície contaminada, permanecendo expostas ao produto por período maior e também pelo fato de o alimento fornecido

Tabela 6. Duração (dias) e sobrevivência (%) (\pm EP) da fase de pupa e razão sexual de *C. externa*, oriundas de larvas de segundo instar pulverizadas com alguns produtos fitossanitários. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h

Tratamentos	Fase de pupa		Razão sexual
	Duração	Sobrevivência	
Endossulfam	10,5 \pm 0,10	95,0 \pm 3,33	0,56 \pm 0,06
Clorpirifós	-	-	-
Betaciflutrina	10,6 \pm 0,07	95,0 \pm 3,33	0,43 \pm 0,07
Enxofre	10,6 \pm 0,08	90,0 \pm 6,67	0,52 \pm 0,05
Azociclotina	10,7 \pm 0,14	97,5 \pm 2,50	0,50 \pm 0,06
Oxicloreto de cobre	10,6 \pm 0,06	100,0 \pm 0,00	0,53 \pm 0,05
Testemunha	10,6 \pm 0,10	97,5 \pm 2,50	0,49 \pm 0,06
CV (%)	2,83	11,99	37,71

A análise de variância não indicou diferença entre as médias.

Tabela 7. Porcentagem de mortalidade de *C. externa*, número médio de ovos/dia/fêmea, viabilidade dos ovos (%), efeito total (E) e classificação de toxicidade dos compostos a partir de larvas de segundo instar tratadas (n = 40). Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h

Tratamentos	M% ¹	Mc% ²	R' ³	R''% ⁴	E% ⁵	Classe ⁶
Endosulfam	10,0	5,3	21,0	93,2	12,72	1
Betaciflutrina	12,5	7,9	23,3	92,9	6,28	1
Enxofre	22,5	18,4	19,9	93,8	28,71	1
Azociclotina	10,0	5,3	21,2	95,8	9,98	1
Oxicloreto de cobre	10,0	5,3	21,3	94,2	10,90	1
Clorpirifós	100,0	100,0	-	-	100,00	4
Testemunha	5,0	-	21,9	97,2	-	-

¹M% - Mortalidade acumulada obtida ao longo do desenvolvimento do inseto.

²Mc% - Mortalidade corrigida (Abbott 1925)

³R' - Número médio de ovos/dia/fêmea

⁴R''% - Viabilidade dos ovos coletados no período de quatro semanas.

⁵E% - Efeito total dos tratamentos ao longo do desenvolvimento do inseto. $E(\%) = (100 - Mc) \times R1 \times R2$,

sendo: $R1 = R'_{\text{Tratamento}} / R'_{\text{Testemunha}}$ e $R2 = R''_{\text{Tratamento}} / R''_{\text{Testemunha}}$

⁶Classe de toxicidade preconizada pela IOBC (Hassan 1997), sendo: classe 1 = inócuos (E < 30% de mortalidade e/ou redução na reprodução), classe 2 = levemente nocivo (30 ≤ E ≤ 79%), classe 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ E ≤ 99%) e classe 4 = nocivos (E > 99%).

às larvas ter entrado em contato com o produto, o que, provavelmente, aumentou a intoxicação das larvas durante a alimentação.

Clorpirifós provocou 100% de mortalidade das larvas de terceiro instar, de forma semelhante ao obtido para larvas de primeiro e segundo instares. Os demais tratamentos apresentaram sobrevivência variando de 92,5% a 100%. O acaricida azociclotina proporcionou sobrevivência de 97,5% (Tabela 8), assemelhando-se aos resultados de Godoy *et al.* (2004) que ao liberar larvas de terceiro instar de *C. externa* em superfície contaminada com o acaricida óxido de fenbutatina, observou sobrevivência de 95% e aos de Souza

et al. (1996) e Ferreira *et al.* (1993) quando aplicaram esse mesmo acaricida em larvas de terceiro instar de *C. cubana* e observaram sobrevivência de 88,8% e 98,5%, respectivamente.

A duração e sobrevivência das pupas de *C. externa* provenientes de larvas tratadas no terceiro instar não foram afetadas por nenhum composto, com médias de 10,6 a 11 dias e de 84,2% a 95%, respectivamente (Tabela 8). Esses resultados assemelham-se aos de Aun (1986), quando trabalhou com a mesma espécie alimentada com ovos de *A. kuehniella* em diferentes temperaturas, constatando que a duração da fase de pupa foi de 7,7 dias a 25°C.

Tabela 8. Duração (dias) e sobrevivência (%) de larvas de terceiro instar e de pupas, e razão sexual (±EP) de *C. externa*, provenientes de larvas de terceiro instar pulverizadas com os produtos fitossanitários. Temperatura de 25 ± 2°C, UR de 70 ± 10% e fotofase de 12h

Tratamentos	Terceiro instar		Fase de pupa		Razão sexual ^{n.s.}
	Duração	Sobrevivência	Duração ^{n.s.}	Sobrevivência ^{n.s.}	
Endosulfam	2,8 ± 0,13 b	97,5 ± 2,5 a	11,0 ± 0,05	94,2 ± 3,9	0,52 ± 0,06
Clorpirifós	-	0,0 ± 0,0 b	-	-	-
Betaciflutrina	3,3 ± 0,10 a	100,0 ± 0,0 a	10,9 ± 0,10	92,5 ± 3,8	0,51 ± 0,04
Enxofre	2,7 ± 0,12 b	92,5 ± 5,3 a	10,9 ± 0,04	86,7 ± 5,8	0,55 ± 0,07
Azociclotina	2,8 ± 0,09 b	97,5 ± 2,5 a	10,7 ± 0,10	91,7 ± 4,3	0,55 ± 0,08
Oxicloreto de cobre	2,9 ± 0,06 b	97,5 ± 2,5 a	10,8 ± 0,10	84,2 ± 4,4	0,52 ± 0,07
Testemunha	2,7 ± 0,09 b	97,5 ± 2,5 a	10,6 ± 0,06	95,0 ± 3,3	0,54 ± 0,08
CV%	11,08	9,72	2,34	15,29	39,10

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott e Knott (P ≤ 0,05);

^{n.s.} não significativo.

Tabela 9. Porcentagem de mortalidade de *C. externa*, número médio de ovos/dia/fêmea, viabilidade dos ovos (%), efeito total (E) e classificação de toxicidade dos compostos aplicados sobre larvas de terceiro instar (n = 40). Temperatura de 25±2°C, UR de 70±10% e fotofase de 12h

Tratamentos	M% ¹	Mc% ²	R' ³	R''% ⁴	E% ⁵	Classe ⁶
Endosulfam	7,5	0,0	18,1	89,2	19,25	1
Betaciflutrina	7,5	0,0	17,6	89,0	21,15	1
Enxofre	20,0	15,5	18,6	91,3	26,25	1
Azociclotina	10,0	2,7	17,5	90,8	21,66	1
Oxicloreto de cobre	17,5	10,8	19,7	90,2	21,22	1
Clorpirifós	100,0	100,0	-	-	100,0	4
Testemunha	7,5	-	21,3	93,5	-	-

¹M% - Mortalidade acumulada obtida ao longo do desenvolvimento do inseto.

²Mc% - Mortalidade corrigida (Abbott 1925)

³R' - Número médio de ovos/dia/fêmea

⁴R''% - Viabilidade dos ovos coletados no período de quatro semanas.

⁵E% - Efeito total dos tratamentos ao longo do desenvolvimento do inseto. $E(\%) = (100 - Mc) \times R1 \times R2$, sendo:

$R1 = R'_{\text{Tratamento}} / R'_{\text{Testemunha}}$ e $R2 = R''_{\text{Tratamento}} / R''_{\text{Testemunha}}$

⁶ Classe de toxicidade preconizada pela IOBC (Hassan 1997), sendo: classe 1 = inócuos ($E < 30\%$ de mortalidade e/ou redução na reprodução), classe 2 = levemente nocivo ($30 \leq E \leq 79\%$), classe 3 = moderadamente nocivo ($80 \leq E \leq 99\%$) e classe 4 = nocivos ($E > 99\%$).

A razão sexual não foi influenciada pelos produtos testados, variando de 0,51 a 0,55, assemelhando-se aos resultados de Silva *et al.* (2002), que observaram razão sexual de 0,5 na mesma condição de temperatura, para adultos provenientes de larvas alimentadas com ovos de *A. argillacea*.

Em relação à classe de toxicidade, clorpirifós foi enquadrado na classe 4 = nocivo ($E > 99\%$) e os demais inseridos na classe 1 = inócuos ($E < 30\%$) (Tabela 9). Apesar do “efeito de choque” por betaciflutrina, ocasionando paralisações iniciais nas larvas de terceiro instar, elas se recuperaram, sendo observado efeito total de 21,2%, sendo esse composto considerado inócuo ao predador.

Conclui-se que clorpirifós (1,2 g i.a./litro de água) é tóxico para larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa*. Betaciflutrina (0,013 g i.a./litro de água) é seletivo somente para larvas de segundo e terceiro instares de *C. externa* e não afeta as fases subseqüentes de desenvolvimento do crisopídeo. Endosulfam (1,75 g i.a./litro de água), enxofre (4,0 g i.a./litro de água), azociclotina (0,31 g i.a./litro de água) e oxicloreto de cobre (5,0 g i.a./litro de água) são seletivos para larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa* e, em função da baixa toxicidade apresentada, podem ser recomendados no manejo de pragas na cultura do cafeeiro.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela concessão de bolsa de doutorado, e à Universidade Federal de Lavras – UFLA e Epamig-CTSM/ EcoCentro pelos suportes laboratoriais.

Literatura Citada

- Abbott, W.S. 1925.** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Aun, V. 1986.** Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Dissertação de mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 65p.
- Carvalho, G.A., C.F. Carvalho, B. Souza & J.L.R. Ulhôa. 2002.** Seletividade de inseticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 31: 615-621.
- Carvalho, G. A., L.O. Salgado, R.L.O. Rigitano & A.H.P.P. Velloso. 1994.** Efeitos de compostos reguladores de crescimento de insetos sobre adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 335-339.
- Costa, D.B., B. Souza, G.A. Carvalho & C.F. Carvalho. 2003.** Residual action of insecticides to larvae of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) under greenhouse conditions. Ciênc. Agrotec. 27: 835-839.
- Ecole, C.C., R.A. Silva, J.N.C. Louzada, J.C. Moraes, L.R. Barbosa & B.G. Ambrogi. 2002.** Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro, *Leucoptera coffeellum* (Guérin-Mén. & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa*

- (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc. Agrotec. 26: 318-324.
- Ferreira, M.N., C.F. Carvalho, L.O. Salgado & R.L.O. Rigitano. 1993.** Seletividade de acaricidas para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), em laboratório. Ciênc. Prát. 17: 71-77.
- Fonseca, A. R., C.F. Carvalho & B. Souza. 2001.** Capacidade predatória e aspectos biológicos das fase imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. Ciênc. Agrotec. 25: 251-263.
- Gliessman, S.R. 2000.** Agroecologia – processos ecológicos em agricultura sustentável. 2.ed. (Tradução – Maria José Guasinelli). Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 653p.
- Gravena, S. 1992.** Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. Jaboticabal, FUNEP, 30p.
- Godoy, M.S., G.A. Carvalho, J.C. Moraes, M.G. Jr., A.A. Morais & L.V. Cosme. 2004.** Seletividade de inseticidas utilizados na cultura dos citros para ovos e larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). Neotrop. Entomol. 35: 639-646.
- Hassan, S.A. 1997.** Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em Trichogramma, p.207-233, In Parra, J.R.P. & R.A. Zucchi. (eds.). *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba, FEALQ, 324p.
- International Organization for Biological Control. West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS). 1992.** Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms”, Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: Description of test methods. IOBC/WPRS Bulletin 15: 1-186.
- Ishaaya, I. & J.E. Casida. 1981.** Pyrethroid esterases may contribute to natural pyrethroid tolerance of larvae of the green lacewing. Environ. Entomol. 10: 681-683.
- Moraes, J.C. & C.F. Carvalho. 1993.** Seletividade de acaricidas a ovos, larvas e adultos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc. Prát. 17: 388-392.
- Reis, P.R. & J.C. Souza. 1998.** Manejo integrado das pragas do cafeeiro em Minas Gerais. Inf. Agropec. 19: 17-25.
- Ribeiro, M.J., C.F. Carvalho & J.C. Matioli. 1991.** Influência da alimentação larval sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). Ciênc. Prát. 15: 349-354.
- Rigitano, R.L.O. & G.A. Carvalho. 2001.** Toxicologia e seletividade de inseticidas. Lavras, UFLA/FAEPE, 72p.
- Scott, A.J. & M.A. Knott. 1974.** A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. Biometrics 30: 502-512.
- Silva, G.A., C.F. Carvalho & B. Souza. 2002.** Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). Ciênc. Agrotec. 26: 682-698.
- Souza, B., L.V.C. Santa-Cecília & C.F. Carvalho. 1996.** Seletividade de alguns inseticidas e acaricidas a ovos e larvas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. Pesq. Agropec. Bras. 31: 775-779.
- Vogt, H. 1992.** Untersuchungen zu nebenwirkungen von insektiziden und akariziden auf *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent. 57: 559-567.

Received 16/VIII/04. Accepted 21/VII/05.
