

Efeitos da aplicação de agrotóxicos utilizados na produção integrada de maçã sobre pupas de *Chrysoperla externa*

Effects of pesticides application used in integrated apple production on *Chrysoperla externa* pupae

Alexandre Pinho de Moura^I Geraldo Andrade Carvalho^{II} Olinto Lasmar^{II}
Valéria Fonseca Moscardini^{II} Denise Tourino Rezende^{II}

RESUMO

Devido à grande importância de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) como agente de controle biológico de artrópodes-praga na cultura da macieira no Brasil, avaliaram-se os efeitos dos agrotóxicos (g i.a. L⁻¹) abamectina (0,02), carbaril (1,73), enxofre (4,80), fenitrotiona (0,75), metidationa (0,40) e triclorfom (1,50) em pupas desse predador, oriundas de Bento Gonçalves e Vacaria, Rio Grande do Sul, bem como sobre o desenvolvimento dos adultos obtidos e sua reprodução. A aplicação dos compostos e de água destilada (testemunha) foi realizada sobre as pupas utilizando-se torre de Potter. Carbaril e triclorfom causaram mortalidade significativa de pupas tratadas de ambas as populações. Abamectina somente causou mortalidade de pupas oriundas de Vacaria; enxofre, fenitrotiona e metidationa mostraram-se inócuos ao predador. Não foram constatadas reduções no número de ovos depositados por *C. externa* de Bento Gonçalves; entretanto, fenitrotiona causou reduções nessa característica biológica de fêmeas provenientes de Vacaria. Apenas carbaril e abamectina não afetaram negativamente a viabilidade dos ovos depositados por *C. externa* oriundas de pupas tratadas, provenientes de Bento Gonçalves e Vacaria, respectivamente. Baseando-se no efeito total (E), enxofre, fenitrotiona e metidationa são inócuos, enquanto abamectina, carbaril e triclorfom são levemente prejudiciais a insetos oriundos de Bento Gonçalves. Abamectina e enxofre são inócuos a indivíduos de Vacaria, enquanto carbaril, fenitrotiona, metidationa e triclorfom são levemente prejudiciais, conforme classificação da IOBC.

Palavras-chave: inimigo natural, inseticidas, controle biológico, predador, seletividade.

ABSTRACT

Chrysoperla externa (Neuroptera: Chrysopidae) is an important biological control agent of arthropod-pests in

apple crop. In this research the effects of the pesticides (g a.i. L⁻¹) abamectin (0.02), carbaryl (1.73), fenitrothion (0.75), methidathion (0.40), sulphur (4.80) and trichlorfon (1.50), on *C. externa* pupae from Bento Gonçalves and Vacaria regions, Rio Grande do Sul, Brazil, as well as on the development of the adults obtained and its reproduction were evaluated. The sprayings of those compounds and distilled water (control) on pupae were accomplished using a Potter tower. Carbaryl and trichlorfon caused mortality of treated pupae in both studied populations. Abamectin only caused significant mortality of treated pupae from Vacaria; sulphur, fenitrothion and methidathion presented to be harmless to the predator. None of the compounds reduced the oviposition capacity of *C. externa* from Bento Gonçalves, originated from treated pupae; however, fenitrothion caused reductions in that biological parameter for females from Vacaria. Among the evaluated pesticides, only carbaryl and abamectin did not reduced the viability of eggs laid by *C. externa* from Bento Gonçalves and Vacaria, respectively. According to the total effect (E) of each pesticide, sulphur, fenitrothion and methidathion are harmless, whereas abamectin, carbaryl and trichlorfon are slightly harmful to insects from Bento Gonçalves. Abamectin and sulphur are harmless to insects from Vacaria, while carbaryl, fenitrothion, methidathion and trichlorfon are slightly harmful, according to the IOBC classification.

Key words: natural enemy, insecticides, biological control, predator, selectivity.

INTRODUÇÃO

A cultura da macieira *Malus domestica* Borkhausen foi introduzida no Brasil em meados da década de 1960, no Município de Fraiburgo, Santa Catarina (FREIRE et al., 1994; KOVALESKI et al., 1999),

^IDepartamento de Entomologia e Fitopatologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: apmoura@ufrj.br. Autor para correspondência.

^{II}Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brasil.

sendo considerada, atualmente, a principal frutífera de clima temperado cultivada no país. Essa cultura apresenta elevada importância, tanto para o mercado interno, quanto para exportação.

A região Sul do Brasil responde por 99,6% da área cultivada com macieira no país e por 99,8% da produção nacional dessa fruta, sendo os Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, nessa ordem, os principais produtores de maçã do país. Atualmente, o país praticamente atingiu a autosuficiência na produção de maçãs, com área plantada de 37,5 mil hectares e uma produção de 1.113,8 mil toneladas na safra 2007/2008, gerando cerca de 44,7 milhões de dólares para o setor (AGRIANUAL, 2008).

O consumo *per capita* de maçãs no Brasil aumentou de 2,88kg em 1992 para 3,79kg em 2003 (ABMP, 2004). Aliado ao aumento na demanda, cresceu também o grau de exigência dos consumidores, tornando necessária uma nova postura do produtor para satisfazer aos mercados consumidores interno e externo. O consumidor tem se tornado cada vez mais exigente quanto à qualidade do produto final, pois no passado buscava frutas de melhor qualidade, de boa aparência e com características peculiares da cultivar. Nos últimos anos, o mercado passou a exigir também novos atributos, tais como aspectos ligados às características organolépticas, à segurança alimentar e à proteção ambiental.

Face às exigências do mercado consumidor e como uma extensão do manejo integrado de pragas, na década de 1970, surgiu a produção integrada de frutas, que busca produzir frutas de melhor qualidade, respeitando o ambiente e a saúde do consumidor e do trabalhador, por meio do uso mínimo de agrotóxicos e da integração de práticas de manejo das plantas frutíferas (FARIAS & MARTINS, 2002).

Dentre as práticas possíveis de serem utilizadas, de modo a suprir tais exigências, e em harmonia com o sistema de produção integrada, o uso de predadores pertencentes à família Chrysopidae, notadamente a espécie *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), surge como opção promissora no controle biológico natural e aplicado de artrópodes-praga no agroecossistema de macieira no Sul do Brasil.

Em macieira, *C. externa* tem sido relatada predando ninfas do pulgão-lanífero *Eriosoma lanigerum* (Hausmann, 1802), ninfas e adultos do pulgão-verde *Aphis citricola* van der Goot, 1912 (Hemiptera: Aphididae), ninfas do piolho-de-São-José *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock, 1881) (Hemiptera: Diaspididae), além de ovos, ninfas e adultos do ácaro-vermelho-europeu *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) (RIBEIRO, 1999; RIBEIRO

& FLORES, 2002), importantes artrópodes-praga dessa cultura na região Sul do país.

Nesse contexto, a utilização de agrotóxicos seletivos, ou seja, aqueles que controlam as pragas sem afetar negativamente as populações de inimigos naturais em pomares de macieira, é uma importante estratégia no manejo integrado de pragas. É de suma importância, portanto, a identificação e o desenvolvimento de compostos seletivos, bem como a determinação de fatores que afetam o comportamento, o desenvolvimento ou a reprodução dos organismos benéficos, de modo que possam ser compatibilizados os métodos biológico e químico de controle de pragas na cultura da macieira.

Assim sendo, objetivou-se neste trabalho avaliar a toxicidade de alguns agrotóxicos recomendados e utilizados na produção integrada de maçã no Brasil, para pupas de *C. externa* coletadas em pomares comerciais de macieira nos Municípios de Bento Gonçalves e Vacaria, Rio Grande do Sul (RS), bem como sobre o desenvolvimento dos adultos obtidos e sua reprodução.

MATERIAL E MÉTODOS

A criação de manutenção das duas populações de *C. externa* foi conduzida em sala climatizada, a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas, segundo técnicas de criação descritas por CARVALHO & SOUZA (2000).

Agrotóxicos avaliados

Formulações comerciais de abamectina 18 CE ($0,02\text{g i.a. L}^{-1}$), carbaril 480 SC ($1,73\text{g i.a. L}^{-1}$), enxofre 800 GrDA ($4,80\text{g i.a. L}^{-1}$), fenitrotiona 500 CE ($0,75\text{g i.a. L}^{-1}$), metidationa 400 CE ($0,40\text{g i.a. L}^{-1}$) e triclorfom 500 SC ($1,50\text{g i.a. L}^{-1}$), nas dosagens recomendadas para uso na produção integrada de maçã, foram utilizadas nos bioensaios com pupas de *C. externa*. Como testemunha foi utilizada água destilada. As dosagens utilizadas correspondem às máximas dosagens recomendadas para o controle de pragas e doenças em macieira.

A aplicação dos tratamentos foi realizada por meio de torre de Potter (Burkard Scientific Ltd.) regulada à pressão de 15lb pol^{-2} , assegurando a aplicação de 1,68 a $1,95\text{mg}$ de calda cm^{-2} , conforme metodologia sugerida pela IOBC (HASSAN et al., 1994).

Efeitos dos agrotóxicos sobre pupas de *C. externa*

Para avaliar os efeitos dos agrotóxicos sobre *C. externa*, pupas de ambas as populações, obtidas da criação e com até 24 horas de idade, foram colocadas

em placas de Petri de 15cm de diâmetro, em número de 30 por tratamento. Em seguida, as pupas foram submetidas à aplicação dos compostos e de água destilada e, posteriormente, foram mantidas em sala climatizada a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70\pm 10\%$ e 12 horas de fotofase para secagem durante duas horas. Após esse período, as pupas foram individualizadas em tubos de vidro de 2,5cm de diâmetro e 8,5cm de altura. Em seguida, os tubos foram vedados com filme de PVC e mantidos nas mesmas condições citadas anteriormente. Sete dias após a aplicação, iniciaram-se as avaliações, que ocorreram a cada seis horas, até a emergência dos insetos, determinando-se a duração e a mortalidade de pupas, e a razão sexual dos adultos emergidos.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2×7 (populações \times tratamentos), com seis repetições, sendo a parcela composta de cinco pupas.

Efeitos dos agrotóxicos sobre a fecundidade e a fertilidade de *C. externa* oriundas de pupas tratadas

Após a emergência, os adultos foram separados por sexo, colocando-se um casal por gaiola de PVC de 8cm de altura e 7,5cm de diâmetro, revestida internamente com papel-filtro branco. Cada gaiola foi fechada na extremidade superior com tecido tipo organza e apoiada em bandeja plástica (40cm de comprimento \times 20cm de largura \times 10cm de altura), e os adultos foram alimentados com levedo de cerveja e mel na proporção de 1:1 (v/v). As gaiolas com os casais de *C. externa* foram mantidas em sala climatizada nas mesmas condições descritas anteriormente. Após a formação dos casais, realizaram-se avaliações duas vezes ao dia, a cada 12 horas, determinando-se o início da oviposição. Foram avaliadas, ainda, a capacidade de oviposição e a viabilidade dos ovos durante quatro semanas consecutivas.

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2×7 , com seis repetições, sendo a parcela composta de um casal de *C. externa*. Na avaliação da viabilidade dos ovos, utilizaram-se oito repetições, sendo cada parcela constituída de 12 ovos.

Classificação dos agrotóxicos

Avaliou-se a mortalidade acumulada dos insetos, que foi corrigida pela fórmula de Abbott (ABBOTT, 1925). Os inseticidas foram classificados em categorias toxicológicas, em função da mortalidade causada e da redução na capacidade de oviposição (fecundidade) e viabilidade dos ovos (fertilidade), por meio da equação 1, proposta por VOGT (1992).

$$E = 100\% - (100\% - M\%) \times R_1 \times R_2 \quad (1)$$

em que:

E = efeito total (%);

$M\%$ = mortalidade do predador durante seu desenvolvimento, corrigida em função do tratamento testemunha (ABBOTT, 1925);

R_1 = razão entre a média diária de ovos depositados por fêmea tratada e não tratada;

R_2 = razão entre a média de ovos viáveis depositados por fêmea tratada e não tratada.

Cada composto foi enquadrado em classes de toxicidade, conforme proposto por HASSAN et al. (1994): 1 = inócuo ($E < 30\%$), 2 = levemente prejudicial ($30\% \leq E \leq 80\%$), 3 = moderadamente prejudicial ($80\% < E \leq 99\%$) e 4 = prejudicial ($E > 99\%$).

Análise estatística

Após a constatação de que os dados obtidos obedeciam às pressuposições básicas necessárias para validação da análise de variância, estes foram submetidos à análise. Os dados de mortalidade acumulada foram transformados para $\arcsen \sqrt{x/100}$, antes de se processar a análise de variância, visto que não foi verificada a homogeneidade (homocedasticidade) das variâncias entre os diversos tratamentos. Os dados referentes ao número de ovos depositados por fêmea e à viabilidade de ovos seguiram um modelo de parcelas subdivididas no tempo, com os produtos na parcela. As médias foram comparadas por meio do teste de agrupamento de Scott-Knott (SCOTT & KNOTT, 1974), a 5% de significância, quando o teste F da análise de variância mostrou-se significativo, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Triclorfom e carbaril foram responsáveis por mortalidade significativa de pupas de ambas as populações estudadas, tendo triclorfom causado mortalidade de 33,3% e 20% para as populações de Bento Gonçalves e Vacaria, respectivamente, enquanto que carbaril causou mortalidade de 40% e 10% aos insetos de Bento Gonçalves e Vacaria, respectivamente. Abamectina apenas causou mortalidade de pupas da população de Vacaria, com média de 13,3%. Os demais compostos mostraram-se inócuos a pupas, com porcentagens de mortalidade que variaram de 3,3% a 10%. Ambas as populações estudadas responderam de forma semelhante aos produtos-teste, exceto ao carbaril, que foi mais prejudicial à população de Bento Gonçalves (Tabela 1).

Os resultados obtidos para triclorfom, neste trabalho, assemelham-se aos de ULHÔA et al. (2002),

Tabela 1 - Mortalidade (%) e duração (dias) da fase de pupa, razão sexual e número de ovos (\pm EP¹) depositados por *Chrysoperla externa* das populações de Bento Gonçalves (BG) e de Vacaria (VAC), Rio Grande do Sul, oriundas de pupas tratadas com os agrotóxicos, ao longo de 27 dias de oviposição.

Tratamento	-----Mortalidade ² -----		-----Duração ² -----		-----Razão sexual ³ -----	
	BG	VAC	BG	VAC	BG	VAC
Testemunha	6,7 \pm 4,22 Ba	0,0 \pm 0,00 Ba	11,2 \pm 0,06 A	10,9 \pm 0,07 B	0,5 \pm 0,15	0,6 \pm 0,10
Triclorfom	33,3 \pm 9,89 Aa	20,0 \pm 5,16 Aa	11,3 \pm 0,15 A	11,4 \pm 0,12 A	0,4 \pm 0,18	0,6 \pm 0,11
Enxofre	10,0 \pm 4,47 Ba	6,7 \pm 4,22 Ba	11,6 \pm 0,10 A	11,4 \pm 0,14 A	0,8 \pm 0,07	0,6 \pm 0,08
Carbaril	40,0 \pm 7,30 Aa	10,0 \pm 4,47 Ab	11,1 \pm 0,23 A	11,4 \pm 0,15 A	0,4 \pm 0,09	0,6 \pm 0,10
Fenitrotiona	6,7 \pm 4,22 Ba	3,3 \pm 1,56 Ba	10,9 \pm 0,04 A	11,1 \pm 0,07 B	0,4 \pm 0,12	0,4 \pm 0,12
Metidationa	6,7 \pm 4,22 Ba	3,3 \pm 1,56 Ba	11,2 \pm 0,09 A	11,3 \pm 0,07 A	0,5 \pm 0,07	0,6 \pm 0,07
Abamectina	6,7 \pm 4,22 Ba	13,3 \pm 6,67 Aa	11,3 \pm 0,11 A	11,1 \pm 0,07 B	0,4 \pm 0,16	0,4 \pm 0,08

Tratamento	-----Número de ovos-----									
	-----Tempo (dias) após o início da oviposição / Bento Gonçalves ^{3,4} -----									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
Testemunha	36,8 \pm 8,45	48,3 \pm 9,29	49,8 \pm 9,31	48,2 \pm 6,66	65,3 \pm 6,96	78,3 \pm 7,41	86,5 \pm 4,45	83,2 \pm 5,04	81,2 \pm 5,59	
Triclorfom	34,3 \pm 11,02	51,3 \pm 16,45	51,5 \pm 15,61	57,0 \pm 13,90	69,7 \pm 15,41	77,0 \pm 16,50	80,8 \pm 16,33	72,7 \pm 18,83	62,8 \pm 12,78	
Enxofre	55,2 \pm 12,04	64,2 \pm 11,71	85,3 \pm 18,83	55,3 \pm 12,49	59,0 \pm 13,14	66,3 \pm 8,53	70,5 \pm 10,12	54,7 \pm 8,27	53,8 \pm 11,50	
Carbaril	19,8 \pm 5,34	40,2 \pm 6,24	57,2 \pm 7,34	62,3 \pm 9,23	66,5 \pm 7,90	67,2 \pm 12,13	67,5 \pm 13,09	59,2 \pm 16,40	59,7 \pm 14,32	
Fenitrotiona	34,2 \pm 13,52	39,8 \pm 12,39	47,8 \pm 11,99	51,5 \pm 13,55	63,2 \pm 11,22	66,2 \pm 12,60	69,5 \pm 12,71	76,5 \pm 15,17	71,8 \pm 12,26	
Metidationa	47,8 \pm 14,18	79,8 \pm 18,21	81,7 \pm 15,73	79,7 \pm 16,04	89,2 \pm 15,25	94,5 \pm 16,34	86,0 \pm 16,96	99,3 \pm 15,63	87,8 \pm 9,60	
Abamectina	12,5 \pm 5,01	24,5 \pm 9,73	27,3 \pm 10,89	27,7 \pm 9,33	35,2 \pm 11,73	42,8 \pm 14,90	50,3 \pm 17,44	53,5 \pm 18,19	64,7 \pm 15,15	

Tratamento	-----Tempo (dias) após o início da oviposição / Vacaria ^{2,4} -----									
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
Testemunha	65,0 \pm 5,81	75,3 \pm 7,96	76,2 \pm 7,25	77,0 \pm 6,85	84,8 \pm 5,61	82,7 \pm 5,81	86,8 \pm 4,77	85,3 \pm 4,88	86,5 \pm 3,57	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Triclorfom	58,7 \pm 14,30	57,3 \pm 17,67	56,8 \pm 17,68	53,5 \pm 16,52	67,5 \pm 14,65	65,3 \pm 15,51	64,2 \pm 16,15	63,7 \pm 15,19	52,2 \pm 11,01	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Enxofre	65,7 \pm 11,86	94,2 \pm 4,68	84,8 \pm 9,16	81,0 \pm 10,80	83,2 \pm 9,03	80,0 \pm 9,14	81,8 \pm 12,48	84,0 \pm 8,91	76,2 \pm 8,17	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Carbaril	61,8 \pm 15,36	67,2 \pm 14,37	65,5 \pm 14,30	57,0 \pm 14,09	63,8 \pm 14,70	65,0 \pm 12,28	68,8 \pm 11,81	66,8 \pm 13,48	61,7 \pm 12,78	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Fenitrotiona	34,5 \pm 17,15	35,7 \pm 16,80	35,5 \pm 16,42	24,0 \pm 12,27	23,7 \pm 12,15	23,2 \pm 10,82	21,2 \pm 8,26	11,0 \pm 3,31	10,7 \pm 1,50	
	A	A	A	B	B	B	B	B	B	
Metidationa	65,0 \pm 17,21	75,0 \pm 15,25	78,7 \pm 14,06	79,2 \pm 13,82	82,8 \pm 13,16	79,0 \pm 13,97	57,2 \pm 14,37	71,0 \pm 14,71	69,3 \pm 13,72	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
Abamectina	47,2 \pm 12,92	85,5 \pm 6,41	77,2 \pm 7,07	72,0 \pm 5,90	77,5 \pm 5,26	85,3 \pm 3,87	90,8 \pm 3,21	88,5 \pm 5,28	86,5 \pm 6,24	
	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

¹Erro-padrão da média; ²Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05); ³Não significativo pelo teste F (P>0,05); ⁴Dados transformados para arc sen $\sqrt{x+T}$.

os quais também verificaram redução na viabilidade de pupas dessa espécie, submetidas à aplicação desse composto, influenciando diretamente a obtenção de adultos. Acredita-se que a toxicidade de triclorfom e de carbaril a pupas dessa espécie de inimigo natural esteja relacionada à própria constituição do casulo que, apesar de representar uma barreira física protetora para o inseto que se desenvolve em seu interior, pode permitir a penetração de alguns compostos, prejudicando seu desenvolvimento. A penetração desses compostos através do casulo pode ter ocorrido devido à presença

de pequenos orifícios constantes no casulo, que permitem as trocas gasosas entre os meios interno e externo (NÚÑEZ, 1988; COSME et al., 2009).

Para enxofre, resultados semelhantes aos constatados no presente trabalho foram também observados por SILVA et al. (2006), para a mesma espécie de crisopídeo. Para abamectina, os resultados desse estudo concordam, em parte, com aqueles de GODOY et al. (2004), uma vez que esse produto mostrou-se prejudicial apenas para *C. externa* oriundas de Vacaria. Essa divergência de resultados pode ter

ocorrido devido às exposições diferenciadas das populações de *C. externa* em seu habitat de origem, o que, segundo CROFT (1990), pode provocar a seleção de indivíduos tolerantes, resultando em respostas também diferenciadas das populações, em condições de laboratório.

Nenhum dos compostos influenciou a duração da fase de pupa da população de Bento Gonçalves; entretanto, triclorfom, enxofre, carbaril e metidationa prolongaram esse período de desenvolvimento em *C. externa* oriundas de Vacaria. Porém, não foram verificadas diferenças entre as médias obtidas, em cada tratamento, para as duas populações estudadas (Tabela 1). As alterações na duração do estágio de pupa de *C. externa* observadas neste trabalho, causadas por alguns dos inseticidas testados, podem ser resultantes de modificações no metabolismo desse inseto, como adaptação fisiológica desse organismo para transpor a condição adversa na qual este se encontrava.

Em relação à razão sexual, não foram observadas diferenças entre os sete tratamentos testados, independentemente da população estudada, com médias variando de 0,4 a 0,8, para a população de Bento Gonçalves e de 0,4 a 0,6 para a de Vacaria (Tabela 1).

A capacidade de oviposição de *C. externa* da população de Bento Gonçalves não foi afetada por nenhum dos produtos, em qualquer das avaliações realizadas. Para os insetos de Vacaria, apenas fenitrotiona causou redução da capacidade de oviposição de fêmeas oriundas de pupas tratadas, porém somente a partir da quarta avaliação. No entanto, não foram observadas diferenças significativas no número médio de ovos depositados por *C. externa* da população de Vacaria, para cada um dos tratamentos, ao longo das avaliações (Tabela 1).

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram também constatados por ULHÔA et al. (2002) para triclorfom, os quais não verificaram efeitos deletérios do composto sobre a capacidade de oviposição de *C. externa* proveniente de pupas tratadas.

Acredita-se que a ausência de efeitos deletérios dos agrotóxicos sobre a fecundidade de *C. externa* provenientes de pupas tratadas se deve à degradação das moléculas dos compostos por enzimas, tais como carbamatases, fosfatases e oxidases de função mista, ao longo do tempo, reduzindo, assim, a efetividade dos produtos sobre os insetos.

O efeito causado por fenitrotiona sobre a capacidade de oviposição de *C. externa* provenientes de pupas tratadas pode ser resultante do que CROFT (1990) denominou de “efeitos latentes”. Tais efeitos se

expressam em fases do desenvolvimento de um organismo subsequentes àquela que foi efetivamente exposta ao agrotóxico. Podem, ainda, ser decorrentes dos efeitos subletais desse composto sobre o organismo, ou seja, aqueles efeitos que não causam a morte dos insetos, mas que afetam seu comportamento reprodutivo e ou predatório.

Apesar de a maioria dos agrotóxicos não ter afetado a capacidade de oviposição de *C. externa* oriundas de pupas tratadas, alguns deles afetaram negativamente a viabilidade desses ovos. Em relação a *C. externa* provenientes de Bento Gonçalves, triclorfom afetou a viabilidade dos ovos três, seis e 27 dias após o início da oviposição, não sendo observadas reduções nas demais avaliações. Enxofre reduziu a viabilidade de ovos somente durante a primeira avaliação. Os inseticidas metidationa e abamectina também reduziram a viabilidade de ovos depositados por *C. externa* oriundas de Bento Gonçalves, proporcionando médias que variaram de 82,3% a 94,8% para metidationa e de 83,3% a 92,7% para abamectina. Em relação à fenitrotiona, verificou-se que apenas a viabilidade de ovos depositados três, seis e nove dias após o início da oviposição foi afetada, proporcionando médias de 86,5%, 82,3% e 83,3%, respectivamente. Carbaril não causou alterações na viabilidade dos ovos, apresentando médias que variaram de 86,5% a 99%. (Tabela 2).

Para a população de *C. externa* proveniente de Vacaria, o único composto que não causou alteração na viabilidade dos ovos foi abamectina, apresentando médias que variaram de 91,7% a 97,9%. Metidationa foi o mais prejudicial, afetando essa característica biológica em praticamente todas as avaliações realizadas, tendo permitido viabilidade máxima de 85,4% na primeira avaliação. Fenitrotiona, apesar de ter afetado a viabilidade de ovos apenas nas avaliações realizadas 12, 18, 24 e 27 dias após o início da oviposição, na última avaliação não permitiu a eclosão de uma única larva. Enxofre se mostrou pouco prejudicial aos insetos de Vacaria, apresentando médias de viabilidade de 78,1%, 87,5% e 91,7% durante a terceira, a quarta e a última avaliações, respectivamente, ocasiões em que causou reduções significativas na viabilidade dos ovos. Triclorfom e carbaril também causaram alterações na viabilidade de ovos, sendo as reduções observadas três, seis, 12, 15, 18 e 27 dias após o início da oviposição para triclorfom e três, seis, nove e 27 dias após o início da oviposição para carbaril (Tabela 2).

As alterações na viabilidade de ovos depositados por *C. externa* oriundas de pupas tratadas observadas no presente estudo podem ser resultantes de efeitos adversos dos inseticidas sobre a oogênese

Tabela 2 - Viabilidade (%) (\pm EP¹) de ovos depositados por *Chrysoperla externa* das populações de Bento Gonçalves e de Vacaria, Rio Grande do Sul, oriundas de pupas tratadas com os agrotóxicos, ao longo de 27 dias de oviposição, e efeito geral dos compostos sobre a mortalidade de pupas, a fecundidade, a viabilidade geral de ovos oriundos de fêmeas sobreviventes, o efeito total (E) (%) e a classificação da toxicidade dos compostos².

Tratamento	Viabilidade								
	Tempo (dias) após o início da oviposição / Bento Gonçalves								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Testemunha	92,7 \pm 2,92 Aa	95,9 \pm 1,57 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	93,8 \pm 2,08 Aa	95,9 \pm 1,57 Aa	93,8 \pm 2,08 Aa	92,7 \pm 2,93 Aa	94,8 \pm 1,52 Aa	91,7 \pm 2,73 Aa
Triclorfom	86,5 \pm 3,13 Ba	87,5 \pm 2,23 Ba	90,6 \pm 2,92 Aa	92,7 \pm 1,89 Aa	91,7 \pm 3,15 Aa	94,8 \pm 1,52 Aa	90,6 \pm 2,46 Aa	91,7 \pm 1,58 Aa	85,4 \pm 2,09 Ba
Enxofre	76,0 \pm 3,31 Cb	91,7 \pm 2,23 Aa	91,7 \pm 3,52 Aa	88,6 \pm 4,15 Aa	89,6 \pm 3,05 Aa	93,8 \pm 2,08 Aa	91,7 \pm 2,73 Aa	86,5 \pm 3,84 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa
Carbaril	94,8 \pm 1,52 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	95,8 \pm 2,23 Aa	99,0 \pm 1,04 Aa	92,7 \pm 2,46 Aa	99,0 \pm 1,04 Aa	92,7 \pm 2,92 Aa	86,5 \pm 2,70 Aa	92,7 \pm 1,89 Aa
Fenitrotiona	86,5 \pm 3,50 Bb	82,3 \pm 2,93 Bb	83,3 \pm 5,68 Bb	95,9 \pm 1,57 Aa	92,7 \pm 2,93 Aa	97,9 \pm 1,36 Aa	91,7 \pm 2,23 Aa	89,6 \pm 2,09 Aa	92,7 \pm 2,46 Aa
Metidationa	82,3 \pm 4,84 Ca	88,5 \pm 2,20 Ba	87,5 \pm 3,15 Ba	88,6 \pm 3,50 Aa	83,3 \pm 3,15 Ba	90,6 \pm 2,93 Ba	94,8 \pm 3,12 Aa	88,6 \pm 1,54 Aa	85,4 \pm 2,59 Ba
Abamectina	86,7 \pm 2,99 Ba	88,3 \pm 2,54 Ba	83,4 \pm 3,52 Ba	90,6 \pm 2,92 Aa	83,3 \pm 4,16 Ba	86,5 \pm 2,70 Ba	87,5 \pm 3,52 Aa	85,4 \pm 2,09 Aa	92,7 \pm 2,92 Aa
Tratamento	Tempo (dias) após o início da oviposição / Vacaria								
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Testemunha	97,9 \pm 1,36 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	93,8 \pm 1,36 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	93,8 \pm 2,62 Aa	90,6 \pm 2,46 Aa	89,6 \pm 2,09 Aa	91,7 \pm 2,23 Aa	99,0 \pm 1,04 Aa
Triclorfom	77,1 \pm 4,66 Cb	84,4 \pm 2,46 Ba	87,5 \pm 3,15 Aa	90,6 \pm 1,89 Ba	72,9 \pm 4,39 Bb	74,0 \pm 4,30 Cb	82,3 \pm 3,32 Aa	91,7 \pm 2,23 Aa	90,6 \pm 2,92 Ba
Enxofre	90,6 \pm 2,46 Aa	91,7 \pm 2,23 Aa	78,1 \pm 3,83 Bb	87,5 \pm 4,17 Ba	91,7 \pm 2,73 Aa	89,6 \pm 2,09 Aa	85,4 \pm 2,62 Aa	86,5 \pm 2,70 Aa	91,7 \pm 2,73 Ba
Carbaril	85,4 \pm 2,62 Ba	79,2 \pm 4,98 Ba	67,7 \pm 2,92 Cb	92,7 \pm 2,46 Aa	84,4 \pm 3,32 Aa	87,5 \pm 3,15 Aa	87,5 \pm 2,23 Aa	87,5 \pm 3,15 Aa	89,6 \pm 3,05 Ba
Fenitrotiona	95,9 \pm 1,57 Aa	91,7 \pm 1,58 Aa	88,6 \pm 3,84 Aa	85,0 \pm 1,00 Bb	88,9 \pm 3,02 Aa	81,7 \pm 2,90 Bb	83,3 \pm 1,58 Ab	36,1 \pm 2,41 Cc	0,0 \pm 0,00 Dd
Metidationa	85,4 \pm 3,44 Ba	80,2 \pm 3,84 Ba	61,5 \pm 3,84 Cc	67,7 \pm 5,09 Cb	57,3 \pm 2,46 Cc	68,8 \pm 3,05 Cb	84,4 \pm 2,92 Aa	62,5 \pm 6,30 Bc	76,0 \pm 2,91 Ca
Abamectina	92,7 \pm 2,46 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	91,7 \pm 2,23 Aa	95,9 \pm 1,57 Aa	92,7 \pm 2,46 Aa	96,9 \pm 1,52 Aa	93,8 \pm 2,08 Aa	92,7 \pm 2,46 Aa	97,9 \pm 1,36 Aa
Tratamento	Efeito geral								
	População de Bento Gonçalves								
	Mortalidade (%)	M ³ (%)	R ⁴	R ⁵ (%)	E (%)	Classe ⁶			
Testemunha	6,7	-	21,4	94,2	-	-			
Triclorfom	33,3	28,5	20,6	90,2	34,1	2			
Enxofre	10,0	3,5	20,9	89,6	10,4	1			
Carbaril	40,0	35,7	18,5	94,5	44,2	2			
Fenitrotiona	6,7	0,0	19,3	90,3	13,5	1			
Metidationa	6,7	0,0	27,6	87,7	0,0	1			
Abamectina	6,7	0,0	12,5	87,2	45,9	2			
Tratamento	População de Vacaria								
Testemunha	0,0	-	26,7	94,5	-	-			
Triclorfom	20,0	20,0	20,0	83,5	47,1	2			
Enxofre	6,7	6,7	27,1	88,1	11,7	1			
Carbaril	10,0	10,0	21,4	84,6	35,4	2			
Fenitrotiona	3,3	3,3	8,1	72,4	77,5	2			
Metidationa	3,3	3,3	24,3	71,5	33,4	2			
Abamectina	13,3	13,3	26,3	94,6	14,5	1			

¹Erro-padrão da média; ²Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P>0,05); ³Mortalidade (%) de *C. externa* corrigida em função do tratamento testemunha (ABBOTT, 1925); ⁴Número médio de ovos/fêmea/dia; ⁵Viabilidade média dos ovos coletados no período de quatro semanas; ⁶Classe de toxicidade proposta por membros da IOBC (HASSAN et al., 1994), em que: classe 1 = inócuo (E<30%) e classe 2 = levemente prejudicial (30% ≤ E < 80%).

da espécie, possivelmente sobre os trofócitos, células-irmãs dos oócitos, responsáveis pela nutrição desses últimos. Tais reduções podem, ainda, ser devidas ao acúmulo nos oócitos de proteínas contaminadas com os agrotóxicos, presentes na hemolinfa.

De acordo com CHAPMAN (1998), a má-formação dos trofócitos ou mesmo a absorção de proteínas contaminadas por parte dessas células pode resultar na falta de nutrientes para os embriões ou causar alterações em seu desenvolvimento e, conseqüentemente, culminar com sua morte. Dessa forma, os inseticidas podem ter afetado esses eventos, causando reduções na viabilidade dos ovos.

A inocuidade parcial da abamectina (somente para *C. externa* de Vacaria) e do enxofre (apenas para insetos de Bento Gonçalves) observada no presente trabalho foi também constatada por GODOY et al. (2004) e SILVA et al. (2006), respectivamente, os quais não registraram redução na viabilidade de ovos depositados por *C. externa* tratada com esses produtos durante a fase de pupa.

Apesar da semelhança nos resultados obtidos, vale ressaltar que as dosagens dos agrotóxicos utilizadas nesses trabalhos foram diferentes daquela usada no presente estudo. Os trabalhos desenvolvidos por GODOY et al. (2004) e por SILVA et al. (2006) objetivaram avaliar os efeitos de abamectina e enxofre, compostos amplamente utilizados nas culturas dos citros e do cafeeiro, respectivamente, cultivadas sob o sistema convencional, sobre pupas de *C. externa*. O presente estudo buscava gerar informações que pudessem ser utilizadas em um sistema específico de produção, o Sistema de Produção Integrada de Frutas, mais especificamente, na Produção Integrada de Maçã. Diante do exposto, fica evidente a importância de serem realizados estudos como este, pois, conforme comentado anteriormente, diferentes populações de um mesmo organismo podem responder de forma diferenciada a um mesmo composto.

Analisando-se o efeito total (E) dos agrotóxicos testados, segundo classificação proposta pela IOBC, enxofre, fenitrotiona e metidationa foram classificados como inócuos (classe 1), enquanto triclorfom, carbaril e abamectina foram considerados levemente prejudiciais (classe 2) para a população de Bento Gonçalves. Para a população de Vacaria, enxofre e abamectina foram considerados inócuos, enquanto triclorfom, carbaril, fenitrotiona e metidationa foram classificados como levemente prejudiciais (Tabela 2).

A classificação de toxicidade conferida ao enxofre no presente estudo, para pupas de *C. externa*, coincide com aquela obtida por SILVA et al. (2006) para essa mesma espécie de crisopídeo. Esses resultados

confirmam, portanto, a inocuidade desse agrotóxico a esse inimigo natural. Sugere-se que a inocuidade dessa concentração do enxofre a essa espécie de predador esteja relacionada à maior tolerância inata desse organismo a compostos contendo enxofre em sua fórmula, pois, segundo CROFT (1990), tais compostos são, em geral, considerados seletivos a inimigos naturais. Acredita-se ainda que a falta de efeito desse produto sobre *C. externa* esteja relacionada ao fato de o composto não apresentar capacidade de atuar sobre nenhum sítio de ação do sistema nervoso desse inseto ou mesmo evitando sua respiração ou produção de energia (ATP), por se tratar de um fungicida.

A classificação atribuída ao triclorfom neste estudo, quando aplicado sobre pupas de *C. externa*, assemelha-se também àquela conferida por SILVA et al. (2006) ao clorpirifós, pertencente ao mesmo grupo químico do triclorfom. Entretanto, diverge da classificação atribuída por ULHÔA et al. (2002), os quais consideraram o triclorfom inócuo à fase de pupa dessa espécie, tendo causado efeito total (E) de apenas 20%.

Essa divergência de resultados pode estar associada às condições sob as quais os estudos foram realizados. Isso porque os trabalhos de ULHÔA et al. (2002) foram desenvolvidos em casa de vegetação, onde, possivelmente, a velocidade de degradação da molécula desse composto é bem maior, em comparação às condições laboratoriais, sob as quais o presente estudo foi desenvolvido.

Para abamectina, a classificação atribuída por GODOY et al. (2004), para pupas de *C. externa* (inócuo), assemelha-se àquela conferida ao produto para a população de Vacaria; porém, diverge daquela determinada para insetos de Bento Gonçalves, em que o composto foi considerado levemente prejudicial. Tais divergências podem estar relacionadas às exposições diferenciadas das populações estudadas ao composto em seus habitats de origem, o que pode, segundo CROFT (1990), provocar a seleção de indivíduos tolerantes, resultando em respostas também diferenciadas das populações a essa substância em condições de laboratório.

CONCLUSÃO

As populações de Vacaria e Bento Gonçalves apresentam diferenças em susceptibilidade aos agrotóxicos. Enxofre, fenitrotiona e metidationa são inócuos a *C. externa* oriundas de Bento Gonçalves, enquanto triclorfom, carbaril e abamectina são levemente prejudiciais. Para a população de Vacaria, enxofre e abamectina são inócuos, enquanto triclorfom,

carbaril, fenitrotona e metidationa são levemente prejudiciais. Em função da baixa toxicidade apresentada aos crisopídeos das duas populações, enxofre pode ser recomendado para o controle de pragas e doenças na cultura da macieira nas duas localidades, de modo a atender às exigências da produção integrada de frutas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de Doutorado ao primeiro autor e de iniciação científica ao quarto autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas de iniciação científica ao terceiro e ao quinto autores, as quais tornaram possível a realização desta pesquisa. Aos consultores científicos por seus comentários críticos e por suas valiosas sugestões ao presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.18, n.2, p.265-267, 1925.
- ABMP, Associação Brasileira de Produtores de Maçã, 2004. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>>. Online. Acesso em: 02 jun. 2007.
- AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 504p.
- CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras: UFLA, 2000. p.91-109.
- CHAPMAN, R.F. **The insects: structure and function**. Cambridge: Cambridge University, 1998. 770p.
- COSME, L.V. et al. Toxicidade de óleo de nim para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.76, n.2, p.233-238, 2009. Disponível em: <www.biologico.sp.gov.br/docs/arq/v76_2/cosme.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2009.
- CROFT, B.A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723p.
- FARIAS, R.M.; MARTINS, C.R. Produção integrada de frutas. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia/PUCRS**, Uruguaiana, v.9, n.1, p.94-106, 2002.
- FREIRE, C.J.S. et al. **A cultura da maçã**. Brasília: Embrapa/CPACT, 1994. 107p.
- GODOY, M.S. et al. Seletividade de seis inseticidas utilizados em citros a pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.3, p.359-364, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-566X2004000300014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 05 mai. 2008. doi: 10.1590/S1519-566X2004000300014.
- HASSAN, S.A. et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS – Working Group “Pesticides and Beneficial Organisms”. **Entomophaga**, Paris, v.39, n.1, p.107-119, 1994. Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/x3260866k472/?sortorder=asc&p_o=10>. Acesso em: 04 mai. 2008. doi: 10.1007/BF02373500.
- KOVALESKI, A. et al. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 1999. p.135-141.
- NÚÑEZ, E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* y *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomología**, Lima, v.31, n.1, p.76-82, 1988.
- RIBEIRO, L.G. Principais pragas da macieira. In: BONETTI, J.I.S. et al. (Ed.). **Manual de identificação de doenças e pragas da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. p.97-149.
- RIBEIRO, L.G.; FLORES, E.H. Pulgão-verde: *Aphis citricola* Van der Goot (Homoptera: Aphididae). In: EPAGRI (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p.519-521.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: Users guide**. Cary, 2001. 502p.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, R.A. et al. Ação de produtos fitossanitários utilizados em cafeeiros sobre pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.8-14, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 15 jul. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782006000100002.
- ULHÔA, J.L.R. et al. Ação de inseticidas recomendados para o controle do curuquerê-do-algodoeiro para pupas e adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, Edição Especial, p.1365-1372, 2002.
- VOGT, H. Untersuchungen zu Nebenwirkungen von Insektiziden und Acariziden auf *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit te Gent**, Gent, v.57, n.2b, p.559-567, 1992.