

TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA CULTURA DO PESSEGUEIRO SOBRE ADULTOS DE *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* ⁽¹⁾

FABRIZIO PINHEIRO GIOLO ^(2,3); ANDERSON DIONEI GRÜTZMACHER ^(2,4);
CRISTIANE GINDRI MANZONI ^(2,3); CRISLAINE ALVES BARCELLOS DE LIMA ^(2,5);
SANDRO DANIEL NÖRNBERG ^(2,6)

RESUMO

A toxicidade de dezesseis formulações comerciais de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro foi avaliada para adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Os experimentos foram desenvolvidos utilizando-se a metodologia padrão da International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS), em condições de laboratório, sob temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de 70 ± 10% e fotofase de 14 horas. Os testes consistiram na exposição de adultos do parasitóide a resíduos secos dos produtos fitossanitários pulverizados sobre placas de vidro e mensuração do número de ovos parasitados por fêmea. Reduções no número de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* em relação à testemunha (somente água) foram utilizadas para classificar os produtos segundo a IOBC/WPRS nas classes: 1, inócuo (<30%); 2, levemente nocivo (30-79%); 3, moderadamente nocivo (80-99%) e 4, nocivo (>99%). Os fungicidas (g ingrediente ativo 100 L⁻¹ de água) cálcio + cobre (40+100), dodina (79), folpete (125), iprodione (75), mancozebe (160), mancozebe + óxido de cobre (88+60) e triforina (24) e o inseticida teflubenzurom (3,75) foram inócuos (classe 1); o fungicida tebuconazol (20) e óleo mineral (800) foram levemente nocivos (classe 2); o fungicida-acaricida enxofre (480) e o herbicida glufosinato de amônio (200) foram moderadamente nocivos (classe 3); os inseticidas espinosade (6), fenitrotiona (75), fosmete (100) e malationa (200) foram nocivos (classe 4) a *T. pretiosum*.

Palavras-chave: Insecta, seletividade, controle biológico, *Prunus persica* L.

ABSTRACT

TOXICITY OF PESTICIDES USED IN PEACH ORCHARD ON ADULTS *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM*

The toxicity of sixteen commercial formulations of pesticides used in peach orchard was assessed on adults of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). The experiments were carried out using the International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) standard methodology, under laboratory conditions at temperature of 25±1°C, relative humidity of 70±10% and 14h photophase. The tests were carried out by exposing the adult parasitoids to fresh dry pesticide film applied on glass plates and assessed for the number of eggs parasitized by *T. pretiosum* adult female. Reduction in capacity

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 21 de setembro de 2005 e aceito em 23 de fevereiro de 2007.

⁽²⁾ Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, 96010-900 Pelotas (RS). E-mail: adgrutzm@ufpel.tche.br (*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Bolsista Doutorado do CNPq. E-mail: fgiolo.faem@ufpel.tche.br; cristianemanzoni@hotmail.com

⁽⁴⁾ Bolsista de Produtividade de Pesquisa do CNPq.

⁽⁵⁾ Bióloga, Bolsista de Apoio Técnico de Nível Superior do CNPq, E-mail: clima@ufpel.tche.br

⁽⁶⁾ Acadêmico Agronomia, Bolsista BIC FAPERGS, E-mail: sandronornberg@terra.com.br

of parasitism of *T. pretiosum* female compared with the control (treated with water) was used to measure the effect of the chemical. Pesticides were then classified into four categories, according to the reduction in parasitization (IOBC/WPRS): 1, harmless (<30%); 2, slightly harmful (30-79%); 3, moderately harmful (80-99%); 4, harmful (>99%). The fungicides (g of the active ingredient/100L of water) calcium + copper (40+100), dodine (79), folpet (125), iprodion (75), mancozeb (160), mancozeb + copper oxichloride (88+60) and triforine (24) and the insecticide teflubenzuron (3.75) were considered harmless (class 1); the fungicide tebuconazol (20) and the mineral oil (800) were slightly harmful (class 2); the fungicide-acaricide sulphur (480) and the herbicide glufosinate-ammonium (200) were moderately harmful (class 3); the insecticides fenitrothion (75), malathion (200), phosmet (100) and spinosad (6) were harmful (class 4) to *T. pretiosum*.

Key words: Insecta, selectivity, biological control, *Prunus persica* L.

1. INTRODUÇÃO

Dos 121.000 hectares cultivados no Brasil com frutíferas de clima temperado, a cultura do pessegueiro ocupa uma área de aproximadamente 24.540 hectares. O Estado do Rio Grande do Sul (RS) é o principal produtor, sendo responsável por aproximadamente 50% da produção nacional, porém com um dos menores rendimentos médios do País (IBGE, 2005).

Dentre os fatores responsáveis pelo inferior rendimento da cultura do pessegueiro no Sul do Brasil, destacam-se os insetos-praga. Uma importante espécie-praga dessa cultura é a grafolita (BOTTON et al., 2001), também conhecida como broca-dos-ponteiros ou mariposa oriental, *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae). Essa espécie ocorre em todo o Brasil, mas, principalmente na região Centro-Sul do País (SALLES, 1998). As lagartas de *G. molesta* abrigam-se nos ponteiros, nos frutos ou na região do cálice ou do pedúnculo do pessegueiro, tornando-se difícil atingi-las com pulverizações de inseticidas (SALLES, 1998), sendo, nesse caso, utilizados, principalmente, produtos do grupo dos organofosforados, carbamatos e piretróides. Mais recentemente, outro tortricídeo também foi constatado em pomares de pessegueiro do Rio Grande do Sul, conhecido popularmente como lagarta-dos-racemos, *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick, 1909) (Lepidoptera: Tortricidae), ocasionando perdas de até 2%, mesmo com a realização do controle químico. Muitos produtores têm confundido o dano de *A. spheropa* com o de *G. molesta*, empregando inseticidas de forma errônea para o controle da última (BOTTON et al., 2003).

Nos últimos anos, vem sendo incentivado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, o sistema de Produção Integrada de Pêssego (PIP), que visa dentre outros objetivos racionalizar a utilização de agroquímicos sintéticos, priorizando os métodos biológico, cultural e físico no controle de pragas (FACHINELLO et al., 2003). Como método de controle biológico, uma alternativa

para ser incorporada ao manejo integrado da grafolita e da lagarta-dos-racemos, seria a utilização de parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*, reconhecidos pela sua eficácia no controle de diversos lepidópteros-praga (PARRA e ZUCCHI, 2004).

Dentre as espécies do gênero *Trichogramma*, *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) está amplamente distribuída em vários países da América do Sul (PINTO, 1997) e trabalhos sugerem o potencial de utilização desse microhimenóptero no parasitismo de ovos de *G. molesta* (PINTO et al., 2002) e também de *A. spheropa* (BASSO et al., 1998). Por outro lado, uma das limitações na utilização desses parasitóides para o controle da grafolita e da lagarta-dos-racemos, é o fato de que ainda não é possível aos persicutores abdicar totalmente do controle químico como meio de supressão populacional de agentes biológicos que prejudicam economicamente a produção de pêssego. Dessa forma, o conhecimento de moléculas seletivas favoreceriam a integração dos métodos de controle químico e biológico.

Apesar da toxicidade de produtos fitossanitários a parasitóides do gênero *Trichogramma* ser objeto de discussão no País (FOERSTER, 2002; DEGRANDE et al., 2002), os estudos de seletividade realizados até o momento, no Brasil, com adultos de *Trichogramma*, enfocaram basicamente culturas anuais como algodão e tomate (DEGRANDE et al., 2002).

No entanto, considerando que os estudos de seletividade devem ser regionalizados e direcionados a cada programa específico de manejo de cada cultura (DEGRANDE et al., 2002), fica evidente a carência de informações, com relação a testes de seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro, sobre parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma*. Dentre os poucos estudos realizados sobre seletividade de pesticidas utilizados na PIP do Brasil, destacam-se aqueles realizados com *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por GRÜTZMACHER et al. (2004) e com *T. pretiosum* por GIOLO et al. (2005).

Neste contexto, considerando a importância da espécie *T. pretiosum* como agente biológico de supressão populacional de *G. molesta* e de *A. spheropa* em pomares de pessegueiro, objetivou-se neste estudo avaliar a toxicidade de dezesseis produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro a adultos de *T. pretiosum* em laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos consistiram na aplicação das metodologias laboratoriais padronizadas pela International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section (IOBC/WPRS) para parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, de acordo com HASSAN (1998a), HASSAN et al. (2000) e HASSAN e ABDELGADER (2001).

O material biológico utilizado nos experimentos foi constituído por parasitoides de ovos da espécie *T. pretiosum*, coletados sob posturas de *G. molesta* na cultura do pessegueiro na região de Pelotas, RS, em 2003. Esses insetos deram origem a uma criação mantida no laboratório, sob condições controladas de temperatura de 25 ± 1 °C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14 horas, utilizando-se ovos inviabilizados em lâmpada germicida (STEIN

e PARRA, 1987) do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), criado conforme método descrito por PARRA (1997).

Devido à capacidade operacional do sistema disponível no laboratório, o qual permite a realização de apenas seis tratamentos simultaneamente por experimento, os estudos de seletividade foram divididos em quatro experimentos. No Experimento I foram avaliados os produtos fitossanitários: espinosade, fenitrotiona, fosmete, e óleo mineral; no Experimento II: cálcio+cobre, iprodione, mancozebe, mancozebe+óxido de cobre; no Experimento III: dodina, glufosinato de amônio, malationa e teflubenzurom e; no Experimento IV: enxofre, folpete, tebuconazole e triforine. Esses produtos fitossanitários, comumente utilizados na cultura do pessegueiro, estão registrados e/ou foram eficazes no controle de pragas da cultura, sendo testados nas dosagens máximas registradas e/ou testadas (Tabela 1). O inseticida triclorfom (Dipterex 500), na concentração de 150 mL do ingrediente ativo 100 L^{-1} , foi utilizado como padrão de toxicidade (testemunha positiva) em cada experimento, por ser reconhecidamente nocivo a parasitoides do gênero *Trichogramma* (GRÜTZMACHER et al., 2004) e estar registrado na cultura do pessegueiro, enquanto a testemunha negativa constituiu-se por água destilada.

Tabela 1. Produtos fitossanitários utilizados na cultura do pessegueiro e avaliados nos testes de seletividade a adultos de *Trichogramma pretiosum*

Ingrediente ativo	Formulação comercial	Classe	Grupo químico	FC	C.I.A.
Cálcio + cobre	Bordasul DF	F	Não determinado	400	40 + 100
Dodina	Dodex 450 SC	F	Guanidina	175	79
Enxofre	Kumulul DF-AG	F/A	Inorgânico	600	480
Espinosade	Tracer	I	Espinosinas	12,6	6
Fenitrotiona	Sumithion 500 CE	I	Organofosforado	150	75
Folpete	Folpan Agricur 500 PM	F	Dicarboximida	250	125
Fosmete	Imidan 500 WP	I	Organofosforado	200	100
Glufosinato sal de amônio	Finale	H	Homoalanina substituída	2*	200
Iprodione	Rovral SC	F	Dicarboximida	150	75
Malationa	Malathion 1000 CE	I	Organofosforado	200	200
Mancozebe	Dithane PM	F	Ditiocarbamato	200	160
Mancozebe + Óxido de cobre	Cuprozeb	F	Ditiocarbamato + Inorgânico	200	88 + 60
Óleo mineral	Triona	I	Hidrocarboneto	1000	800
Tebuconazol	Folicur 200 CE	F	Triazol	100	20
Teflubenzurom	Nomolt 150 CE	I	Benzoiluréia	25	3,75
Triforina	Saprol	F	Análogo Triazol	125	24

A=acaricida; F = fungicida; H = herbicida; I = inseticida. FC = Concentração da formulação comercial ($\text{g } 100 \text{ L}^{-1}$ de água) $^* \text{L ha}^{-1}$. C.I.A. = Concentração do ingrediente ativo ($\text{g } 100 \text{ L}^{-1}$ de água).

Os testes de toxicidade foram realizados em laboratório sob as mesmas condições climáticas usadas na criação do parasitóide, expondo-se adultos (estágio mais sensível) de *T. pretiosum* a resíduos secos dos pesticidas. A exposição foi feita em placas quadrangulares de vidro de 2 mm de espessura e 13 cm de lado, pulverizadas com os produtos. Depois de tratadas, as placas permaneceram à temperatura ambiente por cerca de três horas para secagem da calda aplicada, formando uma película seca do produto fitossanitário. As aplicações foram realizadas através de pulverizadores manuais, com capacidade para 580 mL, que proporcionaram um depósito de calda de $1,75 \pm 0,25 \text{ mg cm}^{-2}$ da placa de vidro, aferido mediante balança eletrônica de precisão.

Gaiolas de exposição foram confeccionadas utilizando-se duas placas de vidro contendo resíduo seco do pesticida testado, servindo como fundo e cobertura, e uma moldura de alumínio (13 cm de comprimento x 1,5 cm de altura x 1 cm de largura) composta por quatro laterais fixas por meio de presilhas metálicas. Em três laterais da moldura de alumínio existiam seis orifícios para ventilação (diâmetro aproximado de 1 cm), cobertos com tecido preto, aderido firmemente com fita adesiva, para evitar a fuga dos insetos. No quarto lado havia dois orifícios: o maior (3,5 cm x 1 cm) foi utilizado para introdução de ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* a serem parasitados e para fornecimento de alimento aos insetos (3 g de gelatina, 100 mL de água e 200 g de mel) e o menor (diâmetro aproximado de 1 cm) serviu para inserção dos tubos de emergência com os indivíduos a serem testados. Esse lado da moldura foi coberto externamente com uma fita isolante preta, protegida na altura dos referidos orifícios com outra fita adesiva evitando assim, a aderência e imobilidade dos insetos.

Tubos de emergência contendo adultos de *T. pretiosum* com aproximadamente 24 horas de idade foram conectados às gaiolas de exposição seis horas após a pulverização, permitindo a entrada dos insetos no interior da gaiola. Cada tubo de emergência foi constituído por uma ampola de vidro transparente de 120 mm de comprimento por 20 mm de diâmetro em uma das extremidades e 7 mm na outra, contendo no seu interior, um círculo de 1 cm de diâmetro com 250 ± 50 ovos previamente parasitados, aderido a uma tira de papel de 80 mm de comprimento por 15 mm de largura com três finos filetes de alimento (3 g de gelatina, 100 mL de água e 200 g de mel). Para acelerar a saída dos insetos dos tubos de emergência, foi acrescida a intensidade luminosa da sala e encapado o tubo de emergência, durante o período de liberação. Os tubos de emergência foram desconectados após 16 horas, e mantidos nas mesmas condições

experimentais, por mais três dias para que ocorresse a total emergência dos adultos.

Um sistema de sucção de ar constituído por bombas de aquário com fluxo invertido e mangueiras foi conectado às gaiolas de exposição durante todo o período do experimento, evitando o acúmulo de gases tóxicos no ambiente interno das gaiolas.

Seis horas após a retirada dos tubos de emergência, cartões contendo três círculos de 1 cm de diâmetro com 450 ± 50 ovos inviabilizados de *A. kuehniella* e alimento foram oferecidos em sobreposição às 24 (três cartões), 48 (dois cartões) e 96 (um cartão) horas após pulverização, para serem parasitados por fêmeas de *T. pretiosum*. Durante todo o experimento foram ofertados em cada gaiola 18 círculos, totalizando aproximadamente 8.000 ovos oferecidos aos parasitóides.

O número de adultos que entrou em cada gaiola foi estimado mediante contagem do número de ovos parasitados (de cada círculo de 1 cm de diâmetro utilizado na confecção do tubo de emergência), subtraído do número de adultos que permaneceram no interior do tubo de emergência. Sobre esse valor, aplicou-se a razão sexual da população. Essa foi obtida por amostragem de quatro círculos de 1 cm de diâmetro contendo ovos parasitados, sendo os círculos retirados do mesmo cartão utilizado na confecção dos tubos de emergência.

Sete dias após a aplicação dos produtos fitossanitários, as gaiolas foram desmontadas e os cartões contendo ovos do hospedeiro ofertados aos insetos em teste, retirados e acondicionados em placas de Petri (90 x 15 mm). Esses cartões foram mantidos nas mesmas condições do experimento por mais três dias, permitindo o desenvolvimento do parasitóide até o estágio de pupa (escurecimento característico pela deposição de grânulos de urato), para posterior contagem do número de ovos parasitados. Com base no cálculo do número de ovos parasitados e número de fêmeas que entraram em cada gaiola, obteve-se o número médio de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* para cada tratamento.

Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, sendo cada gaiola de exposição considerada uma unidade experimental no delineamento inteiramente casualizado. Inicialmente, todos os resultados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, através do PROC UNIVARIATE, e homocedasticidade pelo teste de Hartley. Para resultados com distribuição tendendo normal, foi realizada análise de variância (ANOVA). Quando o valor de *F* foi significativo ($p < 0,05$) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer

através do PROC GLM. Quando não significativo ($p > 0,05$) as médias foram comparadas pelo teste de Bonferroni-Dunn t , através do PROC GLM.

Os resultados dos experimentos, que não apresentaram distribuição tendendo a normal, mesmo após a transformação dos dados, foram submetidas ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, através do PROC NPAR1WAY e as médias dos dados ranqueados comparadas pelo teste de Bonferroni-Dunn t , através do PROC GLM. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do programa estatístico SAS (SAS Institute, 2002) para um nível de significância de 5% de probabilidade.

Além das análises estatísticas tradicionais, foi calculada a redução no parasitismo para cada agrotóxico em relação à testemunha negativa (água destilada). Utilizou-se a fórmula (Hassan et al., 2000) $RP = (1 - R_t/R_c) * 100$, em que RP é a porcentagem de redução no parasitismo, R_t é o valor do parasitismo médio para cada produto e R_c o parasitismo médio observado para o tratamento testemunha (negativa). Com base nessas porcentagens de redução, os agrotóxicos foram classificados segundo os índices

propostos pela IOBC/WPRS em: 1, inócuo (<30%); 2, levemente nocivo (30-79%); 3, moderadamente nocivo (80-99%) e 4, nocivo (>99%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número médio de fêmeas de *T. pretiosum* no interior das gaiolas de exposição variou de 111,27 a 162,51 fêmeas por gaiola no Experimento I (Tabela 2); de 99,77 a 129,21 fêmeas por gaiola no Experimento II (Tabela 2); de 135,22 a 212,15 fêmeas por gaiola no Experimento III (Tabela 3) e de 100,63 a 151,71 fêmeas por gaiola no Experimento IV (Tabela 3). O método da IOBC/WPRS para testes de seletividade em laboratório recomenda para *T. cacoeciae* entre 50 e 400 parasitoides por gaiola de contato (HASSAN, 1998a; HASSAN et al., 2000; ZHANG e HASSAN, 2000). A padronização da população inicial por gaiola é extremamente importante, pois um número elevado de adultos prejudica o desempenho reprodutivo da espécie ou pode ocasionar hiperparasitismo nos ovos. Por outro lado, se a população for muito reduzida, prejudica a boa mensuração dos resultados, que são expressos em número de ovos parasitados por fêmea.

Tabela 2. Número médio (\pm EP) de fêmeas por gaiola de contato e efeito de pesticidas utilizados na cultura do pessegueiro sobre o número (\pm EP) de ovos parasitados por fêmea, redução (%) na capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* e classificação de toxicidade destes produtos. Experimentos I e II. Temperatura: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas

Formulação comercial	IA	Número de fêmeas por gaiola	Ovos parasitados por fêmea	RP	IOBC
Experimento I					
Testemunha	-	154,56 \pm 7,87	40,19 \pm 2,27 a	-	-
Espinosade	6	160,05 \pm 17,57	0,00 \pm 0,00 c	100,0	4
Fenitrotiona	75	111,27 \pm 11,43	0,00 \pm 0,00 c	100,0	4
Fosmete	100	162,51 \pm 4,80	0,00 \pm 0,00 c	100,0	4
Óleo mineral	800	147,43 \pm 14,19	15,15 \pm 1,18 b	62,3	2
Triclorfom	150	152,40 \pm 7,05	0,00 \pm 0,00 c	100,0	4
Experimento II					
Testemunha	-	129,21 \pm 16,71	38,29 \pm 3,19 a	-	-
Cálcio + cobre	40+100	100,14 \pm 13,57	38,83 \pm 2,93 a	0,0	1
Iprodione	75	111,26 \pm 8,91	40,04 \pm 2,78 a	0,0	1
Mancozebe	160	110,27 \pm 15,77	32,28 \pm 5,14 a	15,7	1
Mancozebe + Óxicloreto de cobre	88+60	99,77 \pm 6,48	39,97 \pm 0,95 a	0,0	1
Triclorfom	150	112,37 \pm 19,71	0,00 \pm 0,00 b	100,0	4

I.A. = Concentração do ingrediente ativo (g ou mL 100 L⁻¹ de água).

Médias acompanhadas pela mesma letra não diferem significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de (Kruskal-Wallis) Bonferroni-Dunn t (Experimento I: $K=22,72$; $p=0,0004$) ou (ANOVA) Tukey-Kramer (Experimento II: $F=27,64$; $gl=5,18$; $p=0,0001$).

RP = Redução na capacidade de parasitismo comparado com a testemunha.

Classes da IOBC/WPRS para teste de toxicidade inicial sobre adultos: 1= inócuo (<30%); 2= levemente nocivo (30-79%); 3= moderadamente nocivo (80-99%); 4= nocivo (>99%).

Tabela 3. Número médio (\pm EP) de fêmeas por gaiola de contato e efeito de pesticidas utilizados na cultura do pessegueiro sobre o número (\pm EP) de ovos parasitados por fêmea, redução (%) na capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* e classificação de toxicidade destes produtos. Experimentos III e IV. Temperatura: $25\pm 1^\circ\text{C}$; UR: $70\pm 10\%$; fotofase: 14 horas

Formulação comercial	IA	Número de fêmeas por gaiola	Ovos parasitados por fêmea	RP	IOBC
Experimento III					
Testemunha	-	212,15 \pm 9,07	30,01 \pm 2,39 a	-	-
Dodina	79	179,94 \pm 14,80	27,54 \pm 2,45 a	8,2	1
Glufosinato de Amônio	200	159,24 \pm 19,22	0,95 \pm 0,21 b	96,8	3
Malationa	200	135,22 \pm 19,34	0,00 \pm 0,00 b	100,0	4
Teflubenzurom	3,75	169,68 \pm 38,60	32,35 \pm 5,66 a	0,0	1
Triclorfom	150	171,57 \pm 8,19	0,00 \pm 0,00 b	100,0	4
Experimento IV					
Testemunha	-	151,71 \pm 8,48	32,55 \pm 4,85 a	-	-
Enxofre	480	147,92 \pm 12,79	3,39 \pm 0,84 c	89,5	3
Folpete	125	129,45 \pm 8,45	27,59 \pm 2,61 a	15,2	1
Tebuconazol	20	145,17 \pm 23,12	18,63 \pm 5,17 b	42,7	2
Triforina	24	100,63 \pm 12,21	35,01 \pm 2,60 a	0,0	1
Triclorfom	150	113,53 \pm 13,44	0,00 \pm 0,00 d	100,0	4

I.A. = Concentração do ingrediente ativo (g ou mL 100 L⁻¹ de água).

Médias acompanhadas pela mesma letra não diferem significativamente ($p > 0,05$) por (Kruskal-Wallis) Bonferroni-Dunn *t* (Experimento III: $K=20,25$; $p=0,0011$) ou (ANOVA) Tukey-Kramer (Experimento IV: $F=20,76$; $gl=5,18$; $p=0,0001$).

RP= Redução na capacidade de parasitismo comparado com a testemunha.

Classes da IOBC/WPRS para teste de toxicidade inicial sobre adultos: 1= inócuo (<30%); 2= levemente nocivo (30-79%); 3= moderadamente nocivo (80-99%), 4= nocivo (>99%).

O número médio de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* na testemunha (água destilada) foi de 40,19; 38,29; 30,01 e 32,55 nos Experimentos I, II, III e IV, respectivamente (Tabelas 2 e 3). Este é um critério importante na validação de testes de seletividade com parasitóides de ovos. Para *T. cacoeciae* foi determinado que o número mínimo de ovos parasitados por fêmea deveria ser quinze (HASSAN et al., 2000). Para *T. pretiosum* ainda não existe este limiar inferior estabelecido. No entanto, observando alguns estudos bioecológicos desta espécie, como por exemplo, trabalho realizado por MACEDA et al. (2003), verifica-se um valor de 5,74 ovos parasitados por fêmea e dia. Comparando esse valor com aqueles obtidos nos experimentos deste estudo (Tabelas 2 e 3), em que ovos do hospedeiro *A. kuehniella* ficaram expostos às fêmeas para parasitismo durante seis dias, obtém-se valores de 6,70; 6,38; 5,00 e 5,43 ovos parasitados por fêmea, respectivamente, nos Experimentos I, II, III e IV.

De maneira geral, aplicando o índice proposto pela IOBC/WPRS, 50,0% dos pesticidas testados foram classificados como inócuos (classe 1), principalmente fungicidas (87,50%); 12,50% foram levemente nocivos

(classe 2); 12,50% foram moderadamente nocivos (classe 3) e 25,0% foram classificados como nocivos (classe 4), sendo todos inseticidas (Tabelas 2 e 3).

Dentre os fungicidas testados, cálcio + cobre, dodina, folpete, iprodione, mancozebe, oxícloreto de cobre e triforina foram inócuos (classe 1) a *T. pretiosum* (Tabelas 2 e 3). Apesar de dodina, folpete e mancozebe causarem redução na porcentagem de parasitismo de 8,23%; 15,24% e 15,70%, respectivamente, o número de ovos parasitados não diferiu estatisticamente da testemunha (Tabelas 2 e 3). Para os fungicidas cálcio+cobre e mancozebe + oxícloreto de cobre não há informações de estudos de toxicidade em nenhum organismo benéfico.

Testado na mesma concentração avaliada neste trabalho, mancozebe foi moderadamente nocivo (classe 3) a *T. cacoeciae* (HASSAN, 1998b). Para o fungicida dodina, foram obtidos resultados similares por GRÜTZMACHER et al. (2004) com *T. cacoeciae*. Também com *T. cacoeciae*, HASSAN (1994) obteve a classe 1 (inócuo) para folpete, mesmo com uma concentração de ingrediente ativo superior à usada no presente estudo. Para o fungicida

iprodione, na mesma concentração testada neste estudo, resultados similares foram obtidos por HASSAN et al. (1991) para vários inimigos naturais, dentre eles o parasitóide *T. cacoeciae*. O fungicida triforina na concentração de 0,15% do produto comercial também foi classificado como inócuo para a espécie *T. cacoeciae* (HASSAN et al., 1991).

O fungicida tebuconazol foi levemente nocivo (classe 2), causando redução no número de ovos parasitados de 42,76% (Tabela 3). A classe 3 (moderadamente nocivo) foi obtida por STERK et al. (1999) com *T. cacoeciae* para tebuconazol. As diferenças obtidas entre os estudos podem estar relacionadas à concentração do fungicida, que foi 2,5 vezes superior no estudo de STERK et al. (1999). No entanto, diferenças intraespecíficas na metabolização do fungicida também poderiam explicar em parte os resultados discrepantes entre os dois trabalhos. Emergência de adultos significativamente inferior foi observada por TORRES et al. (1996), quando ovos do hospedeiro *A. kuehniella* foram pulverizados com tebuconazol no estágio larval de *T. pretiosum*.

Analisando os resultados dos estudos de seletividade com fungicidas, observa-se que as formulações comerciais, apesar de possuir modo de ação não relacionado diretamente à fisiologia dos insetos, podem ser nocivas, pois sua toxicidade provavelmente está relacionada à formulação, aos efeitos secundários no metabolismo dos insetos e também à dose utilizada no teste. HASSAN (1998b) apresentou uma listagem contendo 53 fungicidas, e apenas 26 foram inócuos ao parasitóide, o que demonstra a importância da realização de testes de toxicidade sobre inimigos naturais, não somente com inseticidas.

O fungicida-acaricida enxofre foi moderadamente nocivo (classe 3) a *T. pretiosum*, tendo causado 89,59% de redução no parasitismo (Tabela 3). Trabalhando com *T. cacoeciae*, GRÜTZMACHER et al. (2004) classificaram enxofre como nocivo (classe 4), com 100% de redução no parasitismo dessa espécie.

Dentre os inseticidas testados, apenas o regulador de crescimento teflubenzurom foi inócuo (classe 1) ao parasitóide, não afetando o número de ovos parasitados (Tabela 3). A inocuidade de teflubenzurom também foi demonstrada por STERK et al. (1999) para diversos agentes entomófagos e entomopatogênicos, dentre eles a espécie *T. cacoeciae*. Da mesma forma, CARVALHO et al. (2001) obtiveram resultados similares para teflubenzurom (classe 1) para duas linhagens de *T. pretiosum* em dois experimentos, com 5,64% e 22,95% de redução na capacidade de parasitismo, percentuais superiores aos obtidos no Experimento III (Tabela 3). O

ingrediente ativo teflubenzurom ainda não se encontra registrado para a cultura do pessegueiro e se constitui em uma alternativa promissora que deve ser incluída, principalmente, no sistema PIP.

O inseticida à base de óleo mineral foi levemente nocivo (classe 2), reduzindo o número de ovos parasitados em 62,30% (Tabela 2). Avaliando óleo mineral, também registrado na cultura do pessegueiro, GRÜTZMACHER et al. (2004) o classificaram como moderadamente nocivo (classe 3). As diferenças obtidas nesse caso, provavelmente, devem-se à superior dose do ingrediente ativo (óleo mineral) testada (GRÜTZMACHER et al., 2004) em relação ao presente estudo. Da mesma forma, como comentado, diferenças intraespecíficas também poderiam contribuir para os distintos resultados.

Os demais inseticidas espinosade, fenitrotiona, fosmete e malationa foram nocivos, reduzindo em 100% (classe 4) o parasitismo de *T. pretiosum* (Tabelas 2 e 3). A classe 4 (nocivo) também foi atribuída para os inseticidas fosmete e fenitrotiona por HASSAN (1998b) para *T. cacoeciae*. A classe 3 (moderadamente nocivo) foi obtida por YOUSEF et al. (2004) para o inseticida malationa, porém, em uma concentração inferior à utilizada no presente estudo. O inseticida espinosade vem demonstrando resultados satisfatórios no controle da grafolita (ARIOLI et al., 2004). Por outro lado, esse inseticida obtido a partir de um metabólito natural produzido por um actinomiceto de solo, apesar de sua baixa toxicidade para mamíferos (BRET et al., 1997), demonstrou ser nocivo a adultos de *T. pretiosum* (Tabela 2). A toxicidade de espinosade também foi constatada por CÔNSOLI et al. (2001) sobre estágios imaturos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

O herbicida glufosinato sal de amônio foi moderadamente nocivo (classe 3), reduzindo em 96,83% a capacidade de parasitismo do inseto (Tabela 3). Avaliando glufosinato sal de amônio, HASSAN et al. (1991) reportaram que este herbicida foi levemente nocivo (classe 2) a adultos de *T. cacoeciae*. A discrepância nos resultados, provavelmente, deve-se à concentração de ingrediente ativo, duas vezes superior (HASSAN et al., 1991), utilizada neste estudo. Entretanto, como os estudos foram realizados com distintas espécies, essa fonte de variação também não pode ser descartada.

De acordo com a seqüência de testes da IOBC/WPRS proposta por HASSAN e ABDELGADER (2001), os fungicidas cálcio + cobre, dodina, folpete, iprodione, mancozebe, mancozebe+óxido de cobre e triforina e o inseticida teflubenzurom foram inócuos (classe 1) em favor do parasitóide de ovos *T. pretiosum*.

Para o fungicida tebuconazole, o fungicida-acaricida enxofre e os inseticidas espinosade, fenitrotona, fosmete, malationa e óleo mineral foram nocivos (classes 2 a 4); os resultados do laboratório, apesar de oferecerem ótima indicação do comportamento do produto no campo (DEGRANDE et al., 2002), não devem ser extrapolados para essas condições.

Testes de toxicidade em laboratório sujeitam os insetos-teste à máxima exposição aos pesticidas e constituem a primeira etapa da seqüência de testes preconizada pelo IOBC/WPRS (HASSAN et al., 2000) na avaliação do potencial de risco de um pesticida para a fauna de artrópodes. Nessa seqüência de testes, a inocuidade de um produto pode ser facilmente demonstrada em experimentação de laboratório, entretanto, sua toxicidade somente poderá ser confirmada sob condições de campo. Com esses pesticidas a etapa seguinte é a realização de estudos sobre os estágios imaturos (menos suscetíveis) e testes de persistência biológica. Caso a toxicidade ainda seja confirmada, deverão ser realizados estudos em pomares de pessegueiro. Para o herbicida glufosinato de amônio, devido à impossibilidade da realização de experimentos de persistência biológica, a próxima etapa consiste na avaliação sobre estágios imaturos e experimentos desenvolvidos em pomares da cultura do pessegueiro.

4. CONCLUSÕES

1. Os fungicidas (g do ingrediente ativo 100 L⁻¹ de água) cálcio + cobre (40 + 100), dodina (79), folpete (125), iprodione (75), mancozebe (160), mancozebe + óxido de cobre (88 + 60), triforine (24) e o inseticida teflubenzurom (15) são inócuos (classe 1) a *Trichogramma pretiosum*.

2. O fungicida tebuconazol (20) e o inseticida óleo mineral (800) são levemente nocivos (classe 2) a essa espécie de parasitóide.

3. O fungicida-acaricida enxofre (480) e o herbicida glufosinato de amônio (200) são moderadamente nocivos (classe 3) a *T. pretiosum*.

4. Os inseticidas espinosade (6), fenitrotona (75), fosmete (100) e malationa (200) são nocivos (classe 4) ao parasitóide *T. pretiosum*.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARIOLI, C.J.; BOTTON, M.; CARVALHO, G.A. Controle químico da *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1695-1700, 2004.

BASSO, C.; GRILLE, G.; POMPANON, F.; ALLEMAND, R.; PINTUREAU, B. Comparación de los caracteres biológicos y etológicos de *Trichogramma pretiosum* y de *T. exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Chilena de Entomología**, Santiago, v.25, n.1, p.45-53, 1998.

BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; COLLETTA, V.D. **Monitoramento da mariposa oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae) na cultura do pessegueiro**. Bento Gonçalves: Embrapa CNPUV, 2001. 4p. (Embrapa-CNPUV. Comunicado Técnico, 38)

BOTTON, M.; BAVARESCO, A.; GARCIA, M.S. Ocorrência de *Argyrotaenia spheropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) danificando pêssegos na Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.32, n.3, p.503-505, 2003.

BRET, B.L.; LARSON, L.; SCHOONOVER, J.R.; SPARKS, T.C.; THOMPSON, G.D. Biological properties of spinosad. **Down to Earth**, New Delhi, v.52, n.1, p.6-13, 1997.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. Impacto de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro na fase adulta de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.560-568, 2001.

CÔNSOLI, F.L.; BOTELHO, P.S.M.; PARRA, J.R.P. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galli* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.125, n.1-2, p.34-43, 2001.

DEGRANDE, P.E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.5, p.71-93.

FACHINELLO, J.C.; TIBOLA, C.S.; VICENZI, M.; PARISOTO, E.; PICOLOTTO, L.; MATTOS, M.L.T. Produção integrada de pêssegos: três anos de experiência na região de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.256-258, 2003.

FOERSTER, L.A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORRÊA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap.6, p.95-114.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; MANZONI, C.G.; FACHINELLO, J.C.; NÖRNBERG, S.D.; STEFANELLO JÚNIOR, G.J. Seletividade de agrotóxico indicados na produção integrada de pêssego a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p. 222-225, 2005.

- GRÜTZMACHER, A.D.; ZIMMERMANN, O.; YOUSEF, A.; HASSAN, S.A. The side-effects of pesticides used in integrated production of peaches in Brazil on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.128, n.6, p.377-383, 2004.
- HASSAN, S.A. Comparison of three different laboratory methods and one semi-field test method to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, v.17, n.1, p.133-141, 1994.
- HASSAN, S.A. Guidelines for the evaluation of side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, v.21, n.6, p.119-128, 1998a.
- HASSAN, S.A. The side-effects of 161 pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Egg Parasitoids**, Cali, p.63-76, 1998b.
- HASSAN, S.A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, v.24, p.71-81, 2001.
- HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; CHIVERTON, P.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; LEWIS, G.B.; MANSOUR, F.; MORETH, L.; OOMEN, P.A.; OVERMEER, W.P.J.; POLGAR, L.; RIECKMANN, W.; SAMSOE-PETERSEN, L.; STÄUBLI, A.; STERK, G.; TAVARES, K.; TUSET, J.J.; VIGGIANI, G. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, Darmstadt, v.36, n.1, p.55-67, 1991.
- HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P.; KUEHNER, C.; MOLL, M.; BAKKER, F.M.; ROEMBKE, J.; YOUSEF, A.; NASR, F.; ABDELGADER, H. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M.P.; BLÜMEL, S.; FORSTER, R.; BAKKER, F.M.; GRIMM, C.; HASSAN, S.A.; HEIMBACH, U.; MEAD-BRIGGS, M.A.; REBER, B.; SCHMUCK, R.; VOGT, H. (eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/ WPRS, Gent. 2000, p.107-119.
- IBGE. Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda>>. Acesso em: 23 de junho de 2005.
- MACEDA, A.; HOHMANN C.L.; SANTOS, H.R. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.46, n.1, p.27-32, 2003.
- PARRA, J.R.P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Eds.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997, cap.4, p.121-150.
- PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* no Brasil: viabilidade de uso após vinte anos de pesquisa. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.33, n.3, p.271-282, 2004.
- PINTO, J.D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ. 1997, cap.1, p.13-39.
- PINTO, J.D.; KOOPMANSCHAP, A.B.; PLATNER, G.R.; STOUTHAMER, R. The North American *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing certain Tortricidae (Lepidoptera) on apple and pear, with ITS2 DNA characterizations and description of a new species. **Biological Control**, San Diego, v.23, n.2, p.134-142, 2002.
- SALLES, L.A.B. Principais pragas e seu controle. In: MEDEIROS, C.A.B.; RASEIRA, M.C.B. (eds.) **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT. 1998. cap.8, p.203-242.
- SAS Institute. Getting Started with the SAS Learning Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2002.
- STEIN, C.P.; PARRA, J.R.P. Uso da radiação ultravioleta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v.16, n.1, p.229-233, 1987.
- STERK, G.; HASSAN, S.A.; BAILLOD, M.; BAKKER, F.; BIGLER, F.; BLÜMEL, S.; BOGENSCHÜTZ, H.; BOLLER, E.; BROMAND, B.; BRUN, J.; CALIS, J.N.M.; COREMANS-PELSENEER, J.; DUSO, C.; GARRIDO, A.; GROVE, A.; HEIMBACH, U.; HOKKANEN, H.; JACAS, J.; LEWIS, G.; MORETH, L.; POLGAR, L.; ROVERSTI, L.; SAMSOE-PETERSEN, L.; SAUPHANOR, B.; SCHAUB, L.; STÄUBLI, A.; TUSET, J.J.; VAINIO, A.; VAN DE VEIRE, M.; VIGGIANI, G.; VIÑUELA, E.; VOGT, H. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **BioControl**, Rotterdam, v.44, n.1, p.99-117, 1999.
- TORRES, J.B.; PRATISSOLI, D.; SALES, F.F. Susceptibilidade de *Trichogramma pretiosum* aos fungicidas utilizados em tomateiro no Espírito Santo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.14, n.1, p.39-42, 1996.
- YOUSEF, A.I.; NASR, F.N.; STEFANOS, S.S.; ELKHAIR, S.S.A.; SHEHATA, W.A.; AGAMY, E.; HERZ, A.; HASSAN, S.A. The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v.128, n.9, p.593-599, 2004.
- ZHANG, W.; HASSAN, S.A. Rationalising the standard method to test the side-effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*, reducing the number of parasitoids tested. **Bulletin IOBC/WPRS**, Darmstadt, v.23, n.1, p.49-53, 2000.