

TOXICIDADE DE AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO INTEGRADA DE MAÇÃ A *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM CONDIÇÕES DE LABORATÓRIO

TOXICITY OF PESTICIDES USED IN THE INTEGRATED PRODUCTION OF APPLE ON *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Sandro Daniel Nörnberg^{*1,2}; Anderson Dionei Grützmacher^{1,3}; Adalécio Kovaleski⁴; Estefânia Silva Camargo^{1,5}; Rafael Antonio Pasini^{1,6}

RESUMO

O efeito residual de dez agrotóxicos utilizados na Produção Integrada de Maçã (PIM) foi avaliado em laboratório (25±1°C, UR 70±10% e fotofase de 14 horas), através da pulverização direta dos tratamentos sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: a emergência de adultos e o efeito sobre a capacidade de parasitismo das fêmeas emergidas em relação a testemunha (água). Para os agrotóxicos [produto comercial/dosagem (g ou mL.100 L⁻¹; L ou Kg.ha⁻¹)/ingrediente ativo] concluiu-se que: os herbicidas Finale[®] (2,0)/glufosinato de amônio, Roundup[®] WG (3,5)/glifosato, Roundup[®] (12,0)/glifosato, Glifosato Nortox[®] (6,0)/glifosato e Gliz[®] 480 CS (6,0)/glifosato) e o inseticida/acaricida Vertimec[®] 18 CE (100)/abamectina foram classificados como inócuos (classe 1) para todas as fases imaturas de *T. pretiosum*. O inseticida Imidan[®] 500 PM (200)/fosmete foi levemente nocivo (classe 2) somente para as fêmeas emergidas da fase de pupa. Malathion[®] 1000 CE (100)/malationa reduziu a emergência de adultos na fase de pupa e também a capacidade de parasitismo de fêmeas emergidas (pré-pupa e pupa). O inseticida Lorsban[®] 480 BR (150)/clorpirifós foi considerado levemente nocivo (classe 2) para redução de emergência em todas as fases imaturas e foi moderadamente nocivo (classe 3) para a redução de parasitismo das fêmeas emergidas das fase de ovo-larva, pré-pupa e pupa tratadas. Sevin[®] 480 SC (360)/carbaril reduziu a emergência em todas as fases imaturas e também apresentou efeito sobre as fêmeas emergidas, reduzindo sua capacidade de parasitismo, principalmente na fase de pré-pupa (classe 3).

Palavras-chave: Controle biológico, parasitóide de ovos, herbicidas, inseticidas, seletividade.

ABSTRACT

The residual effect of pesticides recommended by the Integrated Production of Apple (IPA) was evaluated under laboratory conditions (25±1°C, 70±10% RH and 14 hours photophase), through direct application of pesticides on eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) containing

the immature stages egg-larva, pre-pupa and pupa of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). The reduction on adult emergence and the effect on the capacity of parasitism of the emerging females compared to control (treated with water) were evaluated. The herbicides Finale[®] (2,0)/ammonium glufosinate, Roundup[®] WG (3,5)/glyphosate, Roundup[®] (12,0)/glyphosate, Glifosato Nortox[®] (6,0)/glyphosate e Gliz[®] 480 CS (6,0)/glyphosate) and the insecticide/acaricide Vertimec[®] 18 CE (100)/abamectin) were considered harmless (class 1) for all immatures stages of *T. pretiosum*. The insecticide Imidan[®] 500 PM (200)/phosmet was slightly harmful (class 2) only for the emerging females from pupal stage. Malathion[®] 1000 CE (100)/malathion reduced the adult emergence from pupal stage and reduced the capacity of parasitism of the emerging females coming from treated pre-pupal and pupal stages. The insecticide Lorsban[®] 480 BR (150)/Chlorpyrifos was slightly harmful (class 2) for reduced the adult emergence to all immatures stages and was moderately harmful (class 3) for reduced the capacity of parasitism of the emerging females to all immatures stages. Sevin[®] 480 SC (360)/carbaryl reduced the adult emergence to all immatures stages and also effect about the emerging females, reducing the capacity of parasitism mainly to pre-pupa stage.

Key words: Egg parasitoid, biological control, herbicides, insecticides, selectivity.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a cultura da macieira adquiriu um elevado nível tecnológico, principalmente devido à implementação do sistema de Produção Integrada de Maçã (PIM), no entanto, a ação de insetos-praga continua sendo um fator limitante, destacando-se a lagarta-enroladeira *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) (Lepidoptera: Tortricidae) e a mariposa-oriental *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lepidoptera: Tortricidae), as quais tem acarretado em prejuízos significativos quando medidas de controle não são adotadas (KOVALESKI, 2004).

O manejo destes tortricídeos-praga tem sido realizado principalmente com inseticidas químicos (KOVALESKI &

¹Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário, CP 354, CEP 96010-900, Pelotas-RS.

²Eng. Agr., Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Bolsista do CNPq, sandro_ufpel@hotmail.com *Autor para correspondência

³Eng. Agr., Dr., Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Prof. Associado, anderson.grutzmacher@pq.cnpq.br

⁴Eng. Agr., Dr., Entomologia, Embrapa Uva e Vinho, adalecio@cnpuv.embrapa.br

⁵Acadêmica Agronomia, Bolsista, PET CAPES, tefaem@yahoo.com.br

⁶Acadêmico Agronomia, Bolsista BIC CNPq, rafa.pasini@yahoo.com.br

(Recebido para publicação em 28/02/2008, aprovado em 22/02/2009)

RIBEIRO, 2003; KOVALESKI, 2004), os quais possuem restrições quanto à toxicidade e possibilidade de deixar resíduos nos frutos (THOMSON *et al.*, 2001). No Brasil, especificamente no caso da maçeira, o registro da formulação Biolita® para o controle de *G. molesta* (MONTEIRO, 2006) abriu perspectivas para um amplo emprego de feromônios sexuais na cultura, apresentando alta eficiência em aplicação comercial (KOVALESKI, 2007), porém, ainda é necessário realizar aplicações adicionais de inseticidas para manejar outras pragas que ocorrem conjuntamente, com destaque para a mosca-das-frutas sul-americana *Anastrepha fraterculus* (WIEDEMANN, 1830) (Diptera: Tephritidae) e as chamadas grandes lagartas, das famílias Noctuidae e Geometridae (FONSECA, 2006),

Neste contexto, uma das opções seria a utilização de inimigos naturais e, dentre estes, destaca-se o parasitóides de ovos do gênero *Trichogramma* Westwood 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (PASTORI, 2007), uma vez que a ocorrência de *Trichogramma pretiosum* Riley 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi relatada por MONTEIRO *et al.*, (2004) em ovos de *B. salubricola*, e ainda foi relatado o potencial do parasitismo em ovos de *G. molesta* (GARCIA *et al.*, 2006), representando uma alternativa promissora para a PIM (KOVALESKI, 2004). Além disso, esses parasitóides são considerados altamente efetivos, pois impedem a eclosão do inseto-praga antes que qualquer dano seja causado à planta (HASSAN, 1994).

Entretanto, um dos grandes entraves para a utilização destes ou de outros inimigos naturais é o fato de se continuar utilizando grandes quantidades de agrotóxicos. Segundo Gravena (1992), a seletividade de agrotóxicos é obrigatória no manejo integrado de pragas para que o controle biológico tenha pleno êxito. Para Carvalho *et al.* (2001) a associação do método químico com o biológico é importante para o controle de insetos-praga, permitindo a redução no número de aplicações de produtos fitossanitários, com maior economia e menor impacto ambiental. Sendo assim uma das estratégias comumente utilizadas em programas de MIP é a utilização conjunta de agentes de controle biológico e agrotóxicos seletivos, já que atualmente o complexo de pragas, atacando uma cultura, não pode ser controlado unicamente pelo método biológico (RUBERSON & TILLMAN 1999, MEDINA *et al.*, 2003).

Além dos constantes tratamentos com inseticidas, alguns agrotóxicos que não possuem seu modo de ação, diretamente relacionados à fisiologia dos insetos como fungicidas, herbicidas e reguladores de crescimento vegetal, também podem acarretar efeitos deletérios aos parasitóides do gênero *Trichogramma* (MANZONI *et al.*, 2007), uma vez que são utilizados concomitantemente nos pomares e a presença de inimigos naturais está associada diretamente com a de insetos-praga.

A utilização de herbicidas na PIM é permitida somente na linha de plantio dessa forma, há possibilidade de contato destes produtos com os inimigos naturais, uma vez que a vegetação de cobertura nos pomares pode ser um local de refúgio de muitos insetos (VARGAS & ROMAN 2003).

No Brasil, apesar de vários bioensaios de seletividade de agrotóxicos já terem sido conduzidos com produtos da PIM (GRUTZMACHER *et al.*, 2005; MANZONI *et al.*, 2007) sobre diferentes estágios imaturos de *T. pretiosum*, a grande maioria destes estudos tiveram foco nos efeitos diretos ocasionados pelos agrotóxicos. Entretanto, os efeitos, residual e subletal,

dos produtos fitossanitários utilizados nessa cultura sobre populações dos parasitóides do gênero *Trichogramma* têm sido pouco estudados.

Considerando os agrotóxicos utilizados na PIM e as maiores dosagens recomendadas, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito residual de inseticidas e herbicidas, aplicados nos estágios imaturos de desenvolvimento, sobre a emergência e capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em condições de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram conduzidos nos laboratórios de Controle Biológico e de Pesticidas do Departamento de Fitossanidade (DFs), Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" (FAEM), Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, RS, Brasil e seguiram a metodologia sugerida pelo grupo de trabalho "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants" (IOBC), West Palaearctic Regional Section (WPRS) (HASSAN *et al.*, 2000; HASSAN & ABDELGADER, 2001).

Os insetos utilizados nos bioensaios foram constituídos por parasitóides de ovos da espécie *T. pretiosum*, provenientes de criação mantida em laboratório em câmaras climatizadas a 25±1°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14 h, os quais foram multiplicados em ovos inviabilizados sob lâmpada germicida (STEIN & PARRA, 1987) do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), conforme técnica de criação descrita por Parra (1997).

Devido a capacidade operacional do sistema instalado no laboratório, que permite a realização de seis tratamentos por bioensaio, os estudos de impacto sobre adultos de *T. pretiosum* foram realizados com os inseticidas/acaricidas: Imidan® 500 PM, Lorsban® 480 BR, Malathion® 1000 CE, Sevin® 480 SC e Vertimec® 18 CE e com os herbicidas: Finale®, Roundup® WG, Roundup® (original), Glifosato Nortox® e Gliz® 480 CS, sendo que cada grupo foi composto por três bioensaios, um para cada fase de desenvolvimento (ovo-larva, pré-pupa e pupa).

Esses produtos estão registrados e indicados na grade de agrotóxicos da Produção Integrada de Maçã (PIM) sendo avaliados nas dosagens máximas registradas e/ou indicadas (Tabela 1). O tratamento testemunha para cada bioensaio foi constituído por água destilada. Esses produtos estão registrados e indicados na grade de agrotóxicos da Produção Integrada de Maçã (PIM) sendo avaliados nas dosagens máximas registradas e/ou indicadas (Tabela 1). O tratamento testemunha para cada bioensaio foi constituído por água destilada.

Foram utilizados oito círculos de papel de 1cm de diâmetro, com aproximadamente 350±50 ovos de *A. kuehniella* por tratamento, para cada fase de desenvolvimento, até que os parasitóides atingissem os estágios de desenvolvimento de ovo-larva (1 dia), pré-pupa (3 dias) e pupa (7 dias). Esses períodos equivalem aos intervalos do ciclo de desenvolvimento do parasitóide, em que o período de ovo-larva corresponde a 0-24h, a fase de pré-pupa, a 72-96h e a de pupa, a 168-192h após o parasitismo (CÔNSOLI *et al.*, 1999), sendo utilizados quatro círculos para avaliar a emergência de adultos e quatro círculos para avaliar os efeitos secundários sobre a capacidade de parasitismo dos adultos emergidos. Assim, foram realizados seis tratamentos por bioensaio, com quatro repetições, onde cada círculo correspondeu a uma repetição.

Tabela 1 - Agrotóxicos avaliados nos testes de toxicidade a *Trichogramma pretiosum*, empregando dosagem máxima do produto formulado utilizada na Produção Integrada de Maçã (PIM), Pelotas, 2007

Produto comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	Classe ¹	DC ²	C.i.a. ³	C.f.c. ⁴
Imidan [®] 500 PM	fosmete	Organofosforado	I	200	0,100	0,200
Lorsban [®] 480 BR	clorpirifós	Organofosforado	I	150	0,072	0,150
Malathion [®] 1000 CE	malationa	Organofosforado	I	100	0,100	0,100
Sevin [®] 480 SC	carbaril	Metilcarbamato de Naftila	I	360	0,173	0,360
Vertimec [®] 18 CE	abamectina	Avermectina	A/I	100	0,002	0,100
Finale [®]	glufosinato de amônio	Homoalanina Substituída	H	2,0*	0,200	1,000
Glifosato Nortox [®]	glifosato	Glicina Substituída	H	6,0*	1,080	3,000
Gliz [®] 480 CS	glifosato	Glicina Substituída	H	6,0*	1,080	3,000
Roundup [®] Original	glifosato	Glicina Substituída	H	12,0*	2,160	6,000
Roundup [®] WG	glifosato	Glicina Substituída	H	3,5*	1,260	1,750

¹I = inseticida H = herbicida; A = acaricida; ²DC = Dosagem da formulação comercial (g ou mL.100 L⁻¹) * L ou Kg.ha⁻¹; ³C.i.a. = Concentração (%) testada do ingrediente ativo na calda; ⁴C.f.c. = Concentração (%) testada da formulação comercial na calda.

As caldas foram pulverizadas diretamente sobre os círculos de ovos do hospedeiro *A. kuehniella*, o qual continha os parasitóides em diferentes estágios de desenvolvimento (ovo-larva, pré-pupa e pupa), em Torre de Potter calibrada à pressão de 10lb.pol⁻² (68,95kPa), proporcionando uma deposição de calda de 1,75±0,25mg cm⁻², sendo aferida mediante a pesagem do volume pulverizado em balança de precisão. Os ovos tratados permaneceram por três horas a temperatura ambiente, para evaporar o excesso de umidade produzido pela calda.

Após este período, os círculos de ovos tratados foram transferidos para recipientes de vidro (10cm de comprimento e 2,5cm de diâmetro) vedados na parte superior com tecido tipo "Voil", preso com elástico, para permitir a ventilação e evitar a fuga dos parasitóides após emergência, os quais foram utilizados para avaliar a redução da emergência de cada tratamento em relação a testemunha negativa (água destilada). A porcentagem de emergência foi avaliada mediante contagem do número de adultos do parasitóide contido no recipiente de vidro em relação ao número total de ovos parasitados contido no círculo de 1cm de diâmetro. Ovos parasitados por *Trichogramma* adquirem uma coloração escura característica, que permite a identificação da ocorrência do parasitismo (CÔNSOLI *et al.*, 1999).

Para avaliar o impacto dos agrotóxicos sobre os adultos emergidos, os círculos de ovos foram transferidos para "tubos de emergência" (ampola de vidro transparente de 120 mm de comprimento por 20 mm de diâmetro em uma das extremidades e 7mm na outra). Adultos de *T. pretiosum* emergidos desses ovos foram introduzidos, através da conexão dos "tubos de emergência" em gaiolas de exposição, montadas conforme Hassan & Abdelgader (2001). Seis horas após a desconexão dos "tubos de emergência", cartões contendo 3 círculos de 1 cm de diâmetro com 350±50 ovos, de até 24h, inviabilizados de *A. kuehniella* e alimento foram oferecidos as 96h (três cartões), 120h (dois cartões) e 168h (um cartão) após pulverização dos agrotóxicos, para serem parasitados pelas fêmeas de *T. pretiosum* e com isso avaliar a capacidade de parasitismo, totalizando um período de cerca de 150h, ou seis dias, em que ovos do hospedeiro ficaram disponíveis para os parasitóides. Sete dias após o início dos bioensaios, as gaiolas foram desmontadas e os cartões contendo ovos do hospedeiro foram retirados e transferidos para placas de Petri descartáveis, sendo incubados nas mesmas condições do teste por mais três dias. Isso permitiu que todos os ovos parasitados se tornassem escuros para posteriormente ser realizada a

contagem. Com o número de ovos parasitados dividido pelo número de fêmeas que entraram na gaiola calculou-se o número médio de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* em cada tratamento, que foi utilizado para mensurar a capacidade de parasitismo.

A análise dos resultados foi realizada da seguinte forma: para avaliar o impacto dos agrotóxicos sobre a emergência de adultos de ovos pulverizados nas fases imaturas, cada tratamento foi repetido quatro vezes para cada estágio (ovo-larva, pré-pupa e pupa), sendo que cada círculo com 350±50 ovos parasitados foi considerado uma repetição no delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (6 tratamentos x 3 estágios do parasitóide). Para avaliar a redução da capacidade de parasitismo de adultos emergidos dos ovos pulverizados, cada gaiola de contato foi considerada uma unidade experimental, sendo os bioensaios inteiramente casualizados, com quatro repetições por tratamento. Com base nas porcentagens de reduções de emergência (estágios imaturos) e reduções no parasitismo (adultos), os herbicidas e inseticidas testados foram classificados segundo a IOBC/WPRS em: 1) inócuo (<30%); 2) levemente nocivo (30-79%); 3) moderadamente nocivo (80-99%) e; 4) nocivo (>99%).

Análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS Institute, 2002). Quando o valor de *F* foi significativo (*p*<0,05) as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer através do PROC GLM. As variáveis 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. Se significativo, as médias foram comparadas pelo teste Bonferroni-Dunn *t* (PROC GLM) para dois ou para mais valores, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos herbicidas avaliados, nenhum apresentou diferenças significativas (*p*>0,05, Tukey-Kramer) em relação ao tratamento testemunha para nenhum dos estágios de desenvolvimento avaliados. As reduções na emergência variaram de 3,68 a 12,42%, zero a 8,56% e de zero a 10,17% e na redução da capacidade de parasitismo dos adultos emergidos variaram de 17,54 a 25,27%, 4,21 a 17,33% e de 6,96 a 18,76% no período de ovo-larva e estágios de pré-pupa e pupa, respectivamente (Tabela 2, bioensaios I, II e III).

Observou-se que, independentemente do estágio de desenvolvimento do parasitóide, todos os herbicidas testados não afetaram a emergência de *T. pretiosum*, sendo todos classificados como inócuos (classe 1).

Portanto, podemos concluir que os efeitos da aplicação desses herbicidas sobre período de ovo-larva e os estágios de pré-pupa e pupa de *T. pretiosum* provavelmente não foram transmitidos para os adultos emergidos. Dessa forma, os adultos

que emergiram conseguiram se multiplicar normalmente, apresentando altas taxas de parasitismo. Assim, os resultados obtidos neste trabalho, em relação a emergência de *T. pretiosum*, são coincidentes com os previamente observados por Giolo *et al.* (2006) para Finale® (glifosinato de amônio) e Glifosato Nortox® (glifosato) e por Manzoni *et al.* (2007) para os herbicidas Gliz® 480 CS (glifosato), Glifosato Nortox® (glifosato), Roundup® (original) (glifosato) e Roundup WG® (glifosato).

Tabela 2 - Toxicidade de herbicidas sobre a emergência (%) e parasitismo de ovos (%) de *Trichogramma pretiosum* quando o período de ovo-larva e as fases de pré-pupa e pupa foram expostos aos agrotóxicos e classificação de toxicidade destes produtos. Temperatura 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Pelotas, 2007

Tratamentos	DC ¹	Fase imatura				Adultos				
		Emergência ²		RE ³	C ⁴	Fêmeas por gaiola		Ovos por fêmea ²	RP ³	C ⁴
Bioensaio I - Ovo-larva										
Testemunha	-	107,39	± 3,67a	-	-	119,21	40,25	± 1,77a	-	-
Finale	2,0	96,16	± 3,01a	10,45	1	111,47	30,94	± 5,09a	23,13	1
Glifosato Nortox	6,0	98,68	± 3,40a	8,11	1	101,63	34,20	± 5,58a	25,27	1
Gliz 480 CS	6,0	96,90	± 2,30a	9,77	1	92,80	31,59	± 1,48a	21,51	1
Roundup Original	12,0	103,44	± 4,02a	3,68	1	102,08	32,07	± 4,08a	20,31	1
Roundup WG	3,5	94,05	± 1,87a	12,42	1	117,38	33,19	± 4,82a	17,54	1
Bioensaio II - Pré-pupa										
Testemunha	-	105,73	± 1,47a	-	-	180,37	27,41	± 1,82a	-	-
Finale	2,0	97,53	± 4,89a	7,76	1	161,53	26,28	± 2,71a	4,21	1
Glifosato Nortox	6,0	112,64	± 3,01a	0,00	1	185,80	22,59	± 1,70a	17,33	1
Gliz 480 CS	6,0	96,68	± 3,36a	8,56	1	168,16	25,46	± 1,84a	7,10	1
Roundup Original	12,0	99,77	± 6,10a	5,63	1	176,26	24,59	± 1,10a	10,29	1
Roundup WG	3,5	103,72	± 2,50a	1,90	1	178,16	23,78	± 1,72a	13,25	1
Bioensaio III - Pupa										
Testemunha	-	106,46	± 1,89a	-	-	167,83	26,33	± 0,83a	-	-
Finale	2,0	106,11	± 3,38a	0,33	1	144,75	23,35	± 2,59a	11,30	1
Glifosato Nortox	6,0	104,84	± 1,20a	1,52	1	143,94	22,59	± 2,84a	14,18	1
Gliz 480 CS	6,0	95,63	± 1,55a	10,17	1	154,18	22,57	± 1,29a	14,25	1
Roundup Original	12,0	106,39	± 6,61a	0,06	1	139,72	21,39	± 0,60a	18,76	1
Roundup WG	3,5	109,91	± 4,37a	0,00	1	164,23	24,49	± 3,42a	6,96	1

¹DC = Dosagem da formulação comercial (L ou Kg.ha⁻¹); ²Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente (p>0,05) pelo teste Tukey-Kramer (Bioensaio I – fase imatura: F=2,63; gl=5; p=0,0589; Adultos: F=0,68; gl=5; p=0,6424); (Bioensaio II – fase imatura: F=2,41; gl=5; p=0,0077; Adultos: F=0,84; gl=5; p=0,5411); (Bioensaio III - fase imatura: F=1,72; gl=5; p=0,1806; Adultos: F=0,62; gl=5; p=0,6854); ³RE = Redução na emergência de adultos de *Trichogramma* comparado com a testemunha do experimento e RP = Redução na capacidade de parasitismo comparado com a testemunha; ⁴Classes da IOBC/WPRS para teste de toxicidade inicial sobre adultos e sobre os estágios imaturos de *Trichogramma*: 1=inócuo (<30%), 2=levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4=nocivo (>99%).

Dentre os inseticidas avaliados, observou-se que apenas Imidan® 500 WP (fosmete) e Vertimec® 18 CE (abamectina) foram classe 1 e não afetaram significativamente a emergência de *T. pretiosum* independentemente do estágio de desenvolvimento do parasitóide (p>0,05, Tukey-Kramer). No entanto, os demais inseticidas apresentaram reduções significativas em pelo menos uma fase do parasitóide (Tabela 3, bioensaios IV, V e VI).

No bioensaio IV, no estágio ovo-larva, observou-se reduções significativas (p<0,05 Tukey-Kramer) na emergência de *T. pretiosum* para os produtos Lorsban® 480 BR (clorpirifós) e Sevin® 480 SC (carbaril), com reduções de 41,51 e 51,07%, respectivamente. Sendo assim, o número de fêmeas que entraram nas gaiolas, para avaliar a capacidade de parasitismo foi menor nesses tratamentos. Enquanto que no tratamento testemunha entraram 155,67 fêmeas, nos tratamentos Lorsban® 480 BR e Sevin® 480 SC entraram 20,39 e 47,83 fêmeas respectivamente, no entanto, observou-se que estas fêmeas não apresentaram o potencial de parasitismo que as fêmeas do tratamento testemunha, com 1,98 e 13,36 ovos por fêmea (Tabela 3, bioensaio IV) indicando que estes produtos

além de reduzir a emergência apresentam efeito sobre os adultos emergidos, diminuindo sua capacidade de parasitismo.

No período de ovo-larva, os parasitóides se mostraram mais susceptíveis, provavelmente em função do maior período de penetração do produto através do córion do ovo do hospedeiro, possibilitando a contaminação do embrião (CARVALHO *et al.*, 2001) e assim tendo efeito sobre os adultos emergidos. Essas diferenças também podem estar relacionadas à maior atividade das larvas, expondo-as ao maior contato com as substâncias que penetram no ovo.

Da mesma forma esses inseticidas apresentaram reduções significativas no bioensaio V, fase de pré-pupa, onde Sevin® 480 SC apresentou maior efeito, reduzindo a emergência em 86,84%, comparada a 35,22% para Lorsban® 480 BR. Assim, o número de fêmeas que entraram nas gaiolas de exposição foi reduzido, com 14,66 para o tratamento Lorsban® 480 BR e 21,31 para o Sevin® 480 SC, sendo que, da mesma forma que no bioensaio IV, esses produtos reduziram significativamente o número de ovos parasitados dessas fêmeas (Tabela 3, bioensaio V). Já o produto Malathion® 1000

CE (malationa) não afetou significativamente a emergência dos adultos, sendo que o número de fêmeas que entraram na gaiola de exposição foi superior ao do tratamento testemunha, no entanto, a capacidade de parasitismo dessas fêmeas foi afetada, apresentando uma redução de parasitismo de 49,09% em relação à testemunha negativa.

No bioensaio VI, fase de pupa, com exceção dos tratamentos Vertimec® 18 CE e Imidan® 500 PM, todos os demais apresentaram efeito sobre a emergência, reduzindo-a em 32,69%, 30,57% e 72,01% em relação a testemunha negativa nos tratamentos Malathion® 1000 CE, Lorsban® 480 BR e Sevin® 480 SC, respectivamente,. Dessa forma, reduziram o número de fêmeas que entraram nas gaiolas de contato e também reduziram a capacidade de parasitismo das fêmeas emergidas. Já para o tratamento Imidan® 500 WP observou-se que mesmo não reduzindo a emergência dos adultos, a capacidade de parasitismo foi reduzida em mais de 30% (Tabela 3, bioensaio VI).

Os adultos emergidos da fase de pupa que se apresentaram mais sensíveis, possivelmente morreram na emergência, indicando a possibilidade de haver resíduo desse produto na

superfície do córion do ovo de *A. kuehniella*, pois a aplicação dos tratamentos foi um ou dois dias antes de sua emergência. No caso do inseticida Sevin® 480 SC, onde não se observou sinais de emergência na maioria dos ovos do hospedeiro, provavelmente o produto penetrou através dessa estrutura, matando o parasitóide ainda no interior do ovo. Estes resultados com inseticidas evidenciam que o parâmetro avaliado redução de emergência não pode ser considerado sem avaliar o efeito sobre a capacidade de parasitismo das fêmeas emergidas.

Resultados similares, aos obtidos no presente estudo, para a porcentagem de emergência de adultos de *T. pretiosum* foram previamente relatados para abamectina (CÔNSOLI *et al.*, 1998; MOURA *et al.*, 2006; MANZONI *et al.*, 2007). Por outro lado, a porcentagem de emergência de adultos de *T. pretiosum* obtida neste trabalho diferiu daquelas observadas em outros estudos para abamectina (CARVALHO *et al.*, 2001) com *T. pretiosum* e para clorpirifós (Dursban) (HASSAN, 1998), carbaril (Proservor 85) (HASSAN *et al.*, 1987), Imidan® 500 WP (STERK *et al.*, 1999) e Agrothion (malationa) (YOUSSEF *et al.*, 2004) sobre *Trichogramma cacoeciae* Marchal, 1927.

Tabela 3 - Toxicidade de inseticidas sobre a emergência (%) e parasitismo de ovos (%) de *Trichogramma pretiosum* quando o período de ovo-larva e as fases de pré-pupa e pupa foram expostos aos agrotóxicos e classificação de toxicidade destes produtos. Temperatura 25±1°C; UR: 70±10%; Fotofase: 14 horas. Pelotas, 2007.

Tratamentos	DC ¹	Fase imatura			Adultos			
		Emergência ²	RE ³	C ⁴	Fêmeas por gaiola	Ovos por fêmea ²	RP ³	C ⁴
Bioensaio IV - Ovo-larva								
Testemunha	-	103,02 ± 0,99 ^a	-	-	155,67	27,57 ± 1,68ab	-	-
Imidan® 500 PM	200	95,68 ± 2,30ab	7,13	1	127,74	30,05 ± 1,71a	0,00	1
Lorsban® 480 BR	150	60,26 ± 11,79 cd	41,51	2	20,39	1,98 ± 0,41 d	92,05	3
Malathion® 1000 CE	600	99,90 ± 4,10ab	3,02	1	137,54	19,47 ± 3,70 bc	29,37	1
Sevin® 480 SC	360	50,41 ± 1,63 d	51,07	2	47,83	13,36 ± 1,76 c	51,52	2
Vertimec® 18 CE	100	77,45 ± 2,53 bc	24,82	1	101,92	19,56 ± 1,70 bc	29,06	1
Bioensaio V - Pré-pupa								
Testemunha	-	110,24 ± 3,65 ^a	-	-	130,19	36,36 ± 2,23a	-	-
Imidan® 500 PM	200	78,48 ± 6,66 bc	28,80	1	84,55	33,64 ± 5,02a	7,48	1
Lorsban® 480 BR	150	71,41 ± 12,74 bc	35,22	2	14,66	4,17 ± 2,95 c	88,54	3
Malathion® 1000 CE	600	95,87 ± 1,29ab	13,03	1	180,77	18,51 ± 2,74 b	49,09	2
Sevin® 480 SC	360	14,51 ± 0,69 c	86,84	3	21,31	4,87 ± 1,22 c	86,60	3
Vertimec® 18 CE	100	94,62 ± 1,17ab	14,17	1	93,50	34,46 ± 1,50a	5,21	1
Bioensaio VI - Pupa								
Testemunha	-	106,41 ± 1,28 ^a	-	-	146,27	26,66 ± 1,24a	-	-
Imidan® 500 PM	200	105,41 ± 2,02 ^a	0,94	1	139,44	18,27 ± 0,93abc	31,49	2
Lorsban® 480 BR	150	73,88 ± 4,78 b	30,57	2	2,71	0,82 ± 0,33 d	96,93	3
Malathion® 1000 CE	600	70,65 ± 9,17 b	32,69	2	85,03	15,21 ± 2,13 bc	43,0	2
Sevin® 480 SC	360	29,78 ± 1,97 c	72,01	2	7,86	9,82 ± 1,89 c	63,17	2
Vertimec® 18 CE	100	104,55 ± 1,57 ^a	1,75	1	81,60	22,65 ± 3,62ab	15,07	1

¹DC = Dosagem da formulação comercial (g ou mL.100 L⁻¹); ²Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente (p>0,05) pelo teste Tukey-Kramer (Bioensaio IV – fase imatura: F=17,07; gl=5; p<0,0001; Adultos: F=22,92; gl=5; p<0,0001), (Bioensaio VI – Adultos: F=18,76; gl=5; p<0,0001), (Bioensaio VI - fase imatura: F=45,88; gl=5; p<0,0001; Adultos: F=21,82; gl=5; p<0,0001) ou pelo teste (Kruskal-Wallis) Bonferroni-Dunn t (Bioensaio VI fase imatura: k=18,2900; p=0,0026); ³RE = Redução na emergência de adultos de *Trichogramma* comparado com a testemunha do experimento e RP = Redução na capacidade de parasitismo comparado com a testemunha; ⁴Classes da IOBC/WPRS para teste de toxicidade inicial sobre adultos e sobre os estágios imaturos de *Trichogramma*: 1=inócuo (<30%), 2=levemente nocivo (30-79%), 3=moderadamente nocivo (80-99%), 4=nocivo (>99%).

Lakshmi *et al.* (1997) não constataram emergência de *Trichogramma japonicum* Ashmead quando clorpirifós foi aplicado na fase de ovo-larva. Hassan *et al.* (1988; 1994) consideraram como persistente o efeito de clorpirifós aplicado sobre ovos hospedeiros parasitados por *T. cacoeciae*. A alta toxicidade de outros inseticidas fosforados a *Trichogramma* spp. também foi constatada por Ramalho *et al.* (1989). Brunner *et al.* (2001) constataram alta toxicidade de resíduos de clorpirifós a *Trichogramma platneri* Nagarkatti, causando 100% de mortalidade durante os 21 dias de avaliação. Clorpirifós foi classificado como um inseticida altamente tóxico a adultos de *T. cacoeciae* por Hassan *et al.* (1988). Youssef *et al.* (2004) estudando os efeitos de Agrothion®, formulado com o mesmo ingrediente ativo de Malathion® 1000 CE, na fase de pupa do parasitóide *T. cacoeciae* também consideraram o produto inócuo, apesar de terem utilizado a concentração de 0,143% de ingrediente ativo (i.a.), superior a avaliada neste trabalho (Tabela 1).

Dessa forma, os agrotóxicos Vertimec® 18 CE (abamectina), os herbicidas Finale® (glufosinato de amônio) e aqueles a base de glifosato (Glifosato Nortox®, Gliz® 480 CS e Roundup® Original e Roundup® WG) são inócuos e podem ser utilizados em associação com estágios imaturos de *T. pretiosum* no manejo da cultura da macieira. Por outro lado, os inseticidas Imidan® 500 WP, (fosmete), Lorsban® 480 BR (clorpirifós), Malathion® 1000 CE (malationa) e Sevin® 480 SC (carbaril) devem sempre que possível ter sua utilização evitada, priorizando, aqueles agrotóxicos inócuos. Estudos adicionais em condições de semi-campo (persistência biológica) são necessários, pois conforme Hassan & Abdelgader (2001), produtos classificados como moderadamente persistente (classe 3) e persistente (classe 4) em testes de persistência associados com efeito sobre as fases imaturas (ovo-larva, pré-pupa e pupa) em mais de 50% na redução de emergência devem ser conduzidos estudos em condições de campo, para a obtenção de resultados mais coerentes com a realidade de campo.

CONCLUSÃO

Os herbicidas Finale®, Roundup® WG, Roundup® (original), Glifosato Nortox® e Gliz® 480 CS e o inseticida/acaricida Vertimec® 18 CE são inócuos sobre os estágios imaturos de *T. pretiosum*;

O inseticida Malathion® 1000 CE é inócuo a *T. pretiosum* no período de ovo-larva, enquanto que o inseticida Imidan® 500 PM é inócuo no período de ovo-larva e fase de pré-pupa;

Os inseticidas Lorsban® 480 BR e Sevin® 480 SC são nocivos aos estágios imaturos (ovolarva, pré-pupa e pupa) sobre a emergência de *T. pretiosum*, e sobre a capacidade de parasitismo.

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 dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRUNNER, J.F.; DUNLEY, J.E.; DOERR, M.D. *et al.* Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hym.: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hym.: Trichogrammatidae), parasitoids

of leafrollers. **Journal of Economic Entomology**, Lonham, v.94, p.1075-1084, 2001.

CARVALHO, G.A.; PARRA, J.R.P.; BAPTISTA, G.C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.583-591, 2001.

CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; HASSAN, S.A. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae). **Journal Applied Entomology**, Berlin, v.122, n.1, p.43-47, 1998.

CÔNSOLI, F.L.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.43, n.2, p.271-275, 1999.

FONSECA, F. L. **Ocorrência, monitoramento, caracterização de danos e parasitismo de Noctuidae e Geometridae em pomares comerciais de macieira em Vacaria, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2006. 97f. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade federal do Paraná.

GARCIA, M.S.; ZAZYCKI, L.C.F.; SILVA, W.D. *et al.* Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Grapholita molesta* em pessegueiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 21., Recife, 2006. **Resumos...** Pernambuco: SEB, 2006.

GIOLO, F.P.; GRÜTZMACHER, A.D.; MANZONI, C.G. *et al.* Toxicidade de pesticidas utilizados na cultura do pessegueiro a estágios imaturos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). **BioAssay**, v.1, n.4, p.1-7, 2006. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/articles/1.4/BA1.4.pdf>>. Acesso: 06 jun. 2007.

GRAVENA, S. Controle biológico no manejo integrado de pragas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n. 4, p.281-299, 1992.

GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P.; MANZONI, C.G. *et al.* The side-effects of insect growth regulators used in apples orchards on adults of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae). **Egg Parasitoid News**, n.17, p.32, 2005

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**, v.17, n.1, p.133-141, 1994.

HASSAN, S.A. The side-effects of 161 pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym.: Trichogrammatidae). **Egg Parasitoids**, p.63-76, 1998.

HASSAN, S.A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **Pesticides and Beneficial Organisms: IOBC/WRPS Bulletin**, v.24, p.71-81, 2001.

- HASSAN, S.A.; ALBERT, R.; BIGLER, F. *et al.* Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v.103, p.92-107, 1987.
- HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H. *et al.* Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, Hamburg, v.105, p.321-329, 1988.
- HASSAN, S.A.; BIGLER, F.; BOGENSCHÜTZ, H. *et al.* Results of the sixth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, Paris, v.39, n.1, p.107-119, 1994.
- HASSAN, S.A.; HALSALL, N.; GRAY, A.P. *et al.* 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. *et al.* (eds.): **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. IOBC/WPRS, 2000, p.107-119.
- KOVALESKI, A. Manejo de *Grapholita molesta* em macieira. **Agapomi**, n.163, p.6-7, 2007.
- KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (ed.). **Maçã: fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p.10-33. (Frutas do Brasil; 38).
- KOVALESKI, A.; RIBEIRO, L.G. Manejo de pragas na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J.F.da. S.; SANHUEZA, R.M.V. **Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.61-68.
- LAKSHMI, V.J.; KATTI, G.; KRISHNAIAH, N.V. *et al.* Laboratory evaluation of commercial neem formulations vis-à-vis insecticides against egg parasitoid, *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hym.: Trichogrammatidae). **Journal Biological Control**, v.11, p.29-32, 1997.
- MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P. *et al.* Susceptibilidade de adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) a fungicidas utilizados no controle de doenças da macieira. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.35, n.2, p.223-230, 2006.
- MANZONI, C.G.; GRÜTZMACHER, A.D.; GIOLO, F.P. *et al.* Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitoides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hym.: Trichogrammatidae). **Bioassay**, v.2, n.1, p.1-11, 2007. Disponível em: <<http://www.bioassay.org.br/articles/2.1/BA2.1.pdf>>. Acesso em: 03 mar.2007.
- MEDINA, P.; SMAGGHE, G.; BUDIA, F. *et al.* Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chrysoperla carnea* (Neurop.: Chrysopidae). **Environmental Entomology**, v.32, p.196-203, 2003.
- MONTEIRO, L. B. Confusão sexual de *Grapholita molesta* em fruteiras de clima temperado: Primeiro caso de registro no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 9., Fraiburgo, SC, 2006. **Anais...**Caçador: EPAGRI, 2006, p. 191-198.
- MONTEIRO, L.B.; SOUZA, A.; BELLI, E.L. *et al.* Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae) em ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lep.: Tortricidae) em macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.26, n.1, p.171-172, 2004.
- MOURA, A.P.; CARVALHO, G.A.; PEREIRA, E. *et al.* Selectivity evaluation of insecticides used to control tomato pests to *Trichogramma pretiosum*. **BioControl**, Dordrecht, Holanda, v.51, n.6, p.769-778, 2006.
- 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.
- PASTORI, P.L. **Bioecologia de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hym.: Trichogrammatidae) e controle integrado de *Bonagota salubricola* (Meyrick, 1937) e *Grapholita molesta* (Busck, 1916) (Lep.: Tortricidae) com feromônios sexuais na cultura da macieira 2007**. 151f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal do Paraná.
- RAMALHO, F.S.; SILVA, V.L.B.; JESUS, F.M.M. Efeitos residuais de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.315-319, 1989.
- RUBERSON, J.R.; TILLMAN, P.G. Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, 1999. In: **Proceedings. Beltwide Cotton Conference**, 3-7 January 1999, New Orleans, LA. National Cotton Council, Orlando, Florida. p.1210-1213.
- SAS Institute. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Cary, NC: SAS I, 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**, Jaboticabal, v.16, p.229-233, 1987.
- STERK, G.; HASSAN, S.A.; BAILLOD, M. *et al.* Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **BioControl**, Dordrecht, Holanda, v.44, n.1, p.99-117, 1999.
- THOMSON, D.; BRUNNER, J.; GUT, L. *et al.* Ten years implementing codling moth mating disruption in the orchards of Washington and british Columbia: starting right and managing for success. **IOBC/WPRS Bulletin**, v.24, p.71-81, 2001.

VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Controle de plantas daninhas em pomares**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 26 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 47).

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,

YOUSSEF, A.I.; NASR, F.N.; STEFANOS, S.S. *et al.* The side-