

# SELETIVIDADE DE HERBICIDAS REGISTRADOS PARA A CULTURA DO MILHO A ADULTOS DE *Trichogramma pretiosum* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)<sup>1</sup>

*Selectivity of Herbicides Registered on Corn to Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae)*

STEFANELLO JÚNIOR, G.J.<sup>2</sup>, GRÜTZMACHER, A.D.<sup>3</sup>, GRÜTZMACHER, D.D.<sup>4</sup>, LIMA, C.A.B.<sup>5</sup>, DALMOZO, D.O.<sup>6</sup> e PASCHOAL, M.D.F.<sup>7</sup>

**RESUMO** - A seletividade de 24 herbicidas registrados para a cultura do milho foi avaliada a *Trichogramma pretiosum* em condições de laboratório (temperatura de 25±1 °C, umidade relativa de 70±10%, fotofase de 14 horas e luminosidade de 500 lux). Adultos de *T. pretiosum* foram colocados em contato com uma película seca dos herbicidas pulverizados sobre placas de vidro e avaliou-se a capacidade de parasitismo das fêmeas. A redução na capacidade de parasitismo dos tratamentos foi comparada com a da testemunha (água destilada) e utilizada para classificar os herbicidas em 1, inócuo (<30%); 2, levemente nocivo (30-79%); 3, moderadamente nocivo (80-99%); e 4, nocivo (>99%). Os herbicidas Callisto, Equip Plus, Extrazin SC, Primóleo, Provence 750 WG e Siptran 500 SC são inócuos (classe 1); Agrisato 480 SL, Gesaprim GrDA, Glifos, Glyphosate Nortox, Gliz 480 SL, Polaris, Primatop SC, Sanson 40 SC, Trop e Zapp Qi, levemente nocivos (classe 2); Finale, Herbadox, Poast, Roundup Original, Roundup Transorb e Roundup WG, moderadamente nocivos (classe 3); e Gramoxone 200 e Primestra Gold, nocivos (classe 4) aos adultos de *T. pretiosum*, nas dosagens utilizadas. Os herbicidas nocivos (classes 2, 3 e 4) deverão passar para as etapas seguintes, que envolverão testes sobre as fases imaturas do parasitóide em condições de laboratório e adultos a campo.

**Palavras-chave:** controle químico, efeitos colaterais, inimigo natural, parasitóide de ovos, *Zea mays*.

**ABSTRACT** - The selectivity of 24 herbicides registered on corn to *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) was assessed under laboratory conditions (25 ± 1 °C temperature, 70 ± 10% relative humidity, 14 h photophase and brightness 500 lux). The adult parasitoids were submitted to a dry film of the herbicides applied on glass plates and the parasitism capacity of the females was evaluated. Reduced parasitism capacity in the treatments was compared with the negative control (distilled water) and used to classify the herbicides into four categories: 1, harmless (< 30%); 2, slightly harmful (30-79%); 3, moderately harmful (80-99%) and 4, harmful (> 99%). The herbicides Callisto, Equip Plus, Extrazin SC, Primóleo, Provence 750 WG and Siptran 500 SC were found to be harmless (class 1); Agrisato 480 SL, Gesaprim GrDA, Glifos, Glyphosate Nortox, Gliz 480 SL, Polaris, Primatop SC, Sanson 40 SC, Trop and Zapp Qi, slightly harmful (class 2); Finale, Herbadox, Poast, Roundup Original, Roundup Transorb and Roundup WG,

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 11.7.2007 e na forma revisada em 20.3.2008.

Parte da dissertação do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão-RS, Brasil.

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, aluno do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade da UFPel, Caixa Postal 354, 96010-900, Capão do Leão, RS, Brasil <gstefanello@gmail.com>; <sup>3</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Dr., Prof. da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Bolsista CNPq, UFPel; <sup>4</sup> Eng<sup>o</sup>-Agr<sup>o</sup>, Dr., Bolsista PRODOC-CAPES, Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, UFPel; <sup>5</sup> Bióloga, aluna do Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, UFPel; <sup>6</sup> Acadêmico de Agronomia, bolsista PIBIC CNPq, UFPel; <sup>7</sup> Acadêmico de Agronomia, Bolsista PET, UFPel.



*moderately harmful (class 3); Gramoxone 200 and Primestra Gold were found to be harmful (class 4) to the adults of T. pretiosum at the dosages used. The harmful herbicides (class 2, 3 and 4) must undergo the next test stages, involving tests at the immature phases of the parasitoid under laboratory conditions and adult parasitoids under field conditions.*

**Keywords:** chemical control, side effects, natural enemy, egg parasitoid, *Zea mays*.

## INTRODUÇÃO

A cultura do milho no Brasil ocupa uma área aproximada de 11,5 milhões de hectares, dos quais 8,5 e 2,9 milhões são destinados à primeira e à segunda safra, respectivamente, com produtividade média de 3.351 kg ha<sup>-1</sup> e produção de mais de 42 milhões de toneladas por ano (IBGE, 2007). No entanto, uma parcela da redução da produtividade dessa cultura se deve às altas populações de insetos e de plantas daninhas. Dentre os insetos-praga, destacam-se a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae), as quais causam danos diretos e indiretos e perdas na produção.

No grupo dos inimigos naturais de *S. frugiperda* e *H. zea* destacam-se os himenópteros do gênero *Trichogramma* (Sá & Parra, 1993; Cruz, 1995), que apresentam como principal vantagem o controle desses insetos-praga ainda na fase de ovo, ao parasitá-los, ou seja, antes de causarem qualquer dano à cultura. Assim, considerando a ampla representatividade no grupo dos parasitóides, em que a ordem Hymenoptera perfaz cerca de 80% destes (Viñuela, 2002), e a distribuição geográfica mundial, o grupo de trabalho da “International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC), West Palaearctic Regional Section (WPRS)”, escolheu *Trichogramma* como um gênero-padrão de parasitóides para realização de testes de seletividade para registro de novos agrotóxicos.

No entanto, espécies do gênero *Trichogramma* são fototrópicas positivas e apresentam máxima atividade de oviposição durante o dia (Cruz, 1995), estando, por isso, mais expostas aos efeitos tóxicos da aplicação de agrotóxicos não-seletivos. Dessa forma, adultos de *Trichogramma* podem ser atingidos ou

entrar em contato com o herbicida durante o manejo de plantas daninhas, seja na dessecação para o plantio-direto, na pulverização convencional ou em pós-emergência dirigida. Ademais, a mistura de inseticidas e herbicidas para o manejo de insetos e plantas daninhas, respectivamente (Silva et al., 2007), ou a utilização de herbicidas desseccantes, visando a antecipação da colheita (Magalhães et al., 2005), também podem afetar negativamente a população desse parasitóide na cultura do milho.

A seletividade de herbicidas aos adultos de *Trichogramma pretiosum* foi avaliada por Giolo et al. (2005a), aos quais verificaram diferenças na toxicidade ao parasitóide quando utilizaram distintos produtos comerciais com base no mesmo ingrediente ativo. Nesse sentido, os testes de seletividade aos organismos não-alvo devem ser conduzidos com as formulações comerciais dos agrotóxicos, uma vez que um mesmo ingrediente ativo pode estar presente em diferentes formulações comerciais e concentrações e, assim, causar impacto diferenciado sobre os organismos benéficos (Hassan et al., 2000).

No Brasil, estudos de seletividade de agrotóxicos a *Trichogramma* foram conduzidos predominantemente para frutíferas e olerícolas (Castelo Branco & França, 1995; Carvalho et al., 2003; Giolo et al., 2005b; Manzoni et al., 2006a, 2007; Morandi Filho et al., 2006; Moura et al., 2006), e poucos foram os trabalhos em culturas anuais (Hohmann, 1993; Cañete, 2005), sobretudo na cultura do milho, em que somente alguns inseticidas foram avaliados (Cruz, 1995; Pratissoli et al., 2004). Assim, na maioria dessas culturas, poucos trabalhos foram realizados visando avaliar a seletividade de herbicidas a inimigos naturais.

Dessa maneira, o presente trabalho objetivou avaliar a seletividade de herbicidas registrados para a cultura do milho aos adultos de *T. pretiosum* em condições de laboratório,

utilizando a metodologia preconizada pelo grupo de trabalho da IOBC/WPRS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos nos Laboratórios de Controle Biológico e de Pesticidas do Departamento do Fitossanidade da Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel", Universidade Federal de Pelotas, RS. Os parasitóides *T. pretiosum* foram obtidos da criação mantida em laboratório e multiplicados em ovos do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Os testes de seletividade foram conduzidos em laboratório (temperatura de  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ ; fotofase de 14 horas e luminosidade de 500 lux), expondo-se adultos do parasitóide (estádio mais sensível) aos resíduos secos dos herbicidas (Tabela 1), adaptando-se as metodologias laboratoriais padronizadas de *Trichogramma cacoeciae* (Hassan et al., 2000; Hassan & Abdelgader, 2001) à espécie *T. pretiosum* (Giolo et al., 2005b).

A seletividade dos herbicidas ao inimigo natural foi avaliada utilizando-se a máxima dosagem registrada para a cultura do milho (Tabela 1), totalizando 24 herbicidas testados em seis bioensaios. Os herbicidas foram diluídos em água destilada, considerando um volume de calda de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , e as aplicações foram feitas sobre placas de vidro ( $0,2 \text{ cm}$  de espessura x  $13 \text{ cm}$  x  $13 \text{ cm}$ ) com deposição de calda de  $1,75 \pm 0,25 \text{ mg cm}^{-2}$ , aferida por pesagem em balança eletrônica de precisão, para posteriormente serem utilizadas na confecção das gaiolas de exposição, conforme Hassan & Abdelgader (2001). Para a testemunha negativa foi utilizada água destilada e, para a testemunha positiva, o inseticida Lorsban 480 BR (Tabela 1), por ser reconhecidamente nocivo (classe 4) a *Trichogramma* pela IOBC e registrado para a cultura do milho.

Os adultos de *T. pretiosum*, com aproximadamente 24 horas de idade, foram introduzidos nas gaiolas de exposição através de tubos de vidro de  $12 \text{ cm}$  de comprimento x  $2 \text{ cm}$  de diâmetro na extremidade x  $0,7 \text{ cm}$  na extremidade oposta, denominados tubos de emergência, fazendo-se a conexão desse tubo na lateral da gaiola, em conformidade com Hassan & Abdelgader (2001). Seis horas após a

desconexão dos tubos de emergência, cartões contendo três círculos de  $1 \text{ cm}$  de diâmetro com  $450 \pm 50$  ovos de *A. kuehniella* inviabilizados e alimento (solução composta por  $200 \text{ g}$  de mel,  $3 \text{ g}$  de gelatina em pó sem sabor e  $100 \text{ mL}$  de água) foram oferecidos às 24 (três cartões), 48 (dois cartões) e 96 (um cartão) horas após pulverização para serem parasitados por *T. pretiosum*, totalizando 18 círculos, com aproximadamente 8.100 ovos, por gaiola. A avaliação da capacidade de parasitismo foi mantida por 144 horas (seis dias). Posteriormente, as gaiolas foram desmontadas e os cartões foram preservados em placas de Petri ( $9,0 \times 1,5 \text{ cm}$ ), os quais permaneceram nas mesmas condições experimentais por mais três dias, para que todos os ovos parasitados se tornassem escuros e, assim, possibilitassem a contagem.

Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento, sendo cada gaiola considerada uma unidade experimental no delineamento inteiramente casualizado. Aos resultados foram atribuídas as classes propostas pela IOBC/WPRS, com base na redução do parasitismo dos adultos de *T. pretiosum*, quando comparadas com a testemunha negativa. Dessa forma, os herbicidas foram classificados em 1 – inócuo ( $< 30\%$ ); 2 – levemente nocivo ( $30-79\%$ ); 3 – moderadamente nocivo ( $80-99\%$ ); e 4 – nocivo ( $> 99\%$ ). A classificação foi realizada em função do produto comercial, de acordo com Hassan et al. (2000), pois um mesmo ingrediente ativo poderá estar em distintas formulações comerciais e, assim, ocasionar impacto diferenciado sobre o inseto em teste.

Análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS, 2002). Os resultados obtidos, relativos ao número de ovos parasitados por fêmea, foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizando o procedimento UNIVARIATE. Não atendida essa pressuposição, foi realizada análise não-paramétrica pelo procedimento NPAR1WAY (Kruskal-Wallis) e, após comprovação da existência de diferença entre tratamentos, os dados foram transformados pelo procedimento RANK. A comparação de médias foi obtida pelo teste Bonferroni-Dunn *t*, utilizando-se o procedimento GLM em nível de 5% de probabilidade de erro. Em caso de normalidade dos dados, as médias foram comparadas pelo teste



**Tabela 1** - Herbicidas avaliados nos testes de seletividade a adultos de *Trichogramma pretiosum*, utilizando dosagem máxima do produto comercial registrada para a cultura do milho. Pelotas-RS. 2005/2006

Produto comercial	Ingrediente ativo	Grupo químico	DC <sup>1</sup>	C.i.a. <sup>2</sup>	C.p.c <sup>3</sup>
Agrisato <sup>®</sup> 480 SL	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	6,00	1,08 <sup>4</sup>	3,00
Callisto <sup>®</sup>	mesotriona	Tricetona	0,40	0,10	0,20
Equip Plus <sup>®</sup>	foramsulfuron + iodosulfuron-metílico	Sulfoniluréia + Sulfoniluréia	0,15	0,02 + 0,002	0,08
Extrazin <sup>®</sup> SC	atrazine + simazine	Triazina + Triazina	6,80	0,85 + 0,85	3,40
Finale <sup>®</sup>	glufosinato - sal de amônio	Homoalanina substituída	1,50	0,15	0,75
Gesaprim <sup>®</sup> GrDA	atrazine	Triazina	3,50	1,54	1,75
Glifos <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	2,00	0,36 <sup>4</sup>	1,00
Glyphosate Nortox <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	6,00	1,08 <sup>4</sup>	3,00
Gliz <sup>®</sup> 480 SL	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	6,00	1,08 <sup>4</sup>	3,00
Gramoxone <sup>®</sup> 200	dicloreto de paraquat	Bipiridilo	3,00	0,30	1,50
Herbadox <sup>®</sup>	pendimethalin	Dinitroanilina	3,50	0,88	1,75
Poast <sup>®</sup>	setoxidim	Oxima ciclohexanodiona	1,25	0,12	0,63
Polaris <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	5,00	0,90 <sup>4</sup>	2,50
Primatop <sup>®</sup> SC	atrazine + simazine	Triazina + Triazina	8,00	1,00 + 1,00	4,00
Primestra Gold <sup>®</sup>	atrazine + S-metolachlor	Triazina + Cloroacetanilida	4,50	0,83 + 0,65	2,25
Primóleo <sup>®</sup>	atrazine	Triazina	6,00	1,20	3,00
Provence <sup>®</sup> 750 WG	isoxaflutole	Isoxazol	0,08	0,03	0,04
Roundup Original <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	6,00	1,08 <sup>4</sup>	3,00
Roundup Transorb <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	4,50	1,08 <sup>4</sup>	2,25
Roundup <sup>®</sup> WG	glyphosate - sal de amônio	Glicina substituída	3,5	1,26 <sup>4</sup>	1,75
Sanson <sup>®</sup> 40 SC	Nicosulfuron	Sulfoniluréia	1,50	0,03	0,75
Siptran <sup>®</sup> 500 SC	Atrazine	Triazina	6,20	1,55	3,10
Trop <sup>®</sup>	glyphosate - sal de isopropilamina	Glicina substituída	6,00	1,08 <sup>4</sup>	3,00
Zapp Qi <sup>®</sup>	glyphosate - sal de potássio	Glicina substituída	4,20	1,05 <sup>4</sup>	2,10
Lorsban <sup>®</sup> 480 BR <sup>5</sup>	Clorpirifós	Organofosforado	1,00	0,24	0,50

<sup>1/</sup> DC = dosagem de campo (L ha<sup>-1</sup> do produto comercial) considerando um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>.

<sup>2/</sup> C.i.a. = concentração (%) do ingrediente ativo na calda utilizada nos bioensaios.

<sup>3/</sup> C.p.c. = concentração (%) do produto comercial na calda usada nos bioensaios.

<sup>4/</sup> Concentração (%) do equivalente ácido na calda utilizada nos bioensaios.

<sup>5/</sup> Testemunha positiva - inseticida reconhecidamente nocivo pela IOBC/WPRS, usado como padrão de toxicidade.

de Tukey (dados balanceados) e Tukey-Kramer (dados não balanceados), empregando o procedimento GLM em nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nos seis bioensaios realizados (Tabela 2), verificando-se parasitismo, que variou de 0,01 a 28,88 ovos por fêmea de *T. pretiosum*. Embora o grupo de trabalho da IOBC/WPRS não utilize os resultados da análise estatística para diferenciação dos agrotóxicos quanto à toxicidade a *Trichogramma*, observa-se que há certa correlação entre esses dados. Alguns herbicidas mais inócuos –

embora nem sempre aqueles classificados como classe 1 – não diferiram da testemunha, assim como os herbicidas mais nocivos não diferiram de Lorsban<sup>®</sup> 480 BR, inseticida de alta toxicidade utilizado na testemunha positiva, ou apresentaram resultados muito próximos dos dele.

O número de fêmeas adultas de *T. pretiosum* no interior das gaiolas de exposição variou de 94,36 a 195,80 (Tabela 2). Segundo Zhang & Hassan (2000), valores entre 55 e 150 fêmeas de *T. cacoeciae* no interior das gaiolas de exposição não interferiram nos resultados obtidos pelos autores. Por outro lado, Hassan (1998) afirma que o número de fêmeas no interior das gaiolas pode variar de 200 a 400 para a metodologia proposta pela IOBC/



**Tabela 2** - Número médio de fêmeas por gaiola e efeito de herbicidas utilizados na cultura do milho sobre o número ( $\pm$ EP) de ovos parasitados por fêmea, redução (%) na capacidade de parasitismo de adultos de *Trichogramma pretiosum* e classificação de toxicidade (temperatura de  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$ , fotofase de 14 horas e luminosidade de 500 lux). Pelotas-RS. 2005/2006

Produto comercial/ingrediente ativo	DC <sup>1</sup>	C.i.a. <sup>2/</sup>	Fêmea por gaiola	Ovo parasitado por fêmea <sup>3/</sup>	RP <sup>4/</sup>	Classes IOBC <sup>5/</sup>
Bioensaio I						
Água destilada / testemunha negativa	-	-	156,73	25,73 a	-	-
Polaris <sup>®</sup> / glyphosate	5,00	0,90 <sup>6</sup>	120,70	6,35 ab	75,33	2
Trop <sup>®</sup> / glyphosate	6,00	1,08 <sup>6</sup>	159,32	5,16 b	79,97	2
Roundup Original <sup>®</sup> / glyphosate	6,00	1,08 <sup>6</sup>	195,80	4,84 bc	81,19	3
Roundup Transorb <sup>®</sup> / glyphosate	4,50	1,08 <sup>6</sup>	144,17	3,85 bc	85,03	3
Lorsban <sup>®</sup> 480 BR / clorpirifós <sup>7</sup>	1,00	0,24	180,61	0,00 c	100,00	4
Bioensaio II						
Água destilada / testemunha negativa	-	-	152,02	32,64 $\pm$ 2,56 a	-	-
Glifos <sup>®</sup> / glyphosate	2,00	0,36 <sup>6</sup>	160,76	11,76 $\pm$ 0,87 b	63,97	2
Gliz <sup>®</sup> 480 SL / glyphosate	6,00	1,08 <sup>6</sup>	153,49	9,09 $\pm$ 1,36 b	72,15	2
Glyphosate Nortox <sup>®</sup> / glyphosate	6,00	1,08 <sup>6</sup>	162,76	8,62 $\pm$ 1,45 b	73,58	2
Agrisato <sup>®</sup> 480 SL / glyphosate	6,00	1,08 <sup>6</sup>	161,28	7,96 $\pm$ 0,79 b	75,63	2
Lorsban <sup>®</sup> 480 BR / clorpirifós <sup>7</sup>	1,00	0,24	169,25	0,00 $\pm$ 0,00 c	100,00	4
Bioensaio III						
Água destilada / testemunha negativa	-----	-----	156,37	29,29 a	-	-
Zapp Qi <sup>®</sup> / glyphosate	4,20	1,05 <sup>6</sup>	113,34	18,60 a	36,48	2
Roundup <sup>®</sup> WG / glyphosate	3,50	1,26 <sup>6</sup>	138,46	5,08 b	82,67	3
Finale <sup>®</sup> / glufosinato - sal de amônio	1,50	0,15	135,59	1,28 c	95,64	3
Gramoxone <sup>®</sup> 200 / dicloreto de paraquat	3,00	0,30	127,66	0,01 d	99,95	4
Lorsban <sup>®</sup> 480 BR / clorpirifós <sup>7</sup>	1,00	0,24	94,36	0,00 e	100,00	4
Bioensaio IV						
Água destilada / testemunha negativa	-----	-----	155,64	25,19 $\pm$ 0,84 a	-	-
Primóleo <sup>®</sup> / atrazine	6,00	1,20	160,41	24,48 $\pm$ 1,48 a	2,82	1
Gesaprim <sup>®</sup> GrDA / atrazine	3,50	1,54	161,59	17,12 $\pm$ 0,85 b	32,03	2
Primatop <sup>®</sup> SC / atrazine + simazine	8,00	1,00 + 1,00	171,87	14,93 $\pm$ 1,44 b	40,71	2
Primestra Gold <sup>®</sup> / atrazine + S-metolachlor	4,50	0,83 + 0,65	169,15	0,16 $\pm$ 0,14 c	99,36	4
Lorsban <sup>®</sup> 480 BR / clorpirifós <sup>7</sup>	1,00	0,24	164,40	0,00 $\pm$ 0,00 c	100,00	4

<sup>1/</sup> DC = dosagem do produto comercial (kg ou L ha<sup>-1</sup>).

<sup>2/</sup> C.i.a. = concentração (%) do ingrediente ativo na calda utilizada nos bioensaios.

<sup>3/</sup> Médias seguidas por letras idênticas não diferem significativamente ( $p > 0,05$ ) pelo teste de Tukey-Kramer (bioensaio II:  $F=61,30$ ;  $gl=5$ ;  $p=0,0001$ ; bioensaio IV:  $F=132,71$ ;  $gl=5$ ;  $p=0,0001$ ; bioensaio V:  $F=78,01$ ;  $gl=5$ ;  $p=0,0001$ ) ou pelo teste (Kruskal-Wallis) Bonferroni-Dunn  $t$  (bioensaio I:  $k=17,4659$ ;  $p=0,0037$ ; bioensaio III:  $k=22,0748$ ;  $p=0,0005$ ; bioensaio VI:  $k=19,8162$ ;  $p=0,0014$ ).

<sup>4/</sup> RP = redução no parasitismo comparado com a testemunha negativa (água destilada) do bioensaio.

<sup>5/</sup> Classes da IOBC/WPRS: 1, inócuo ( $<30\%$ ); 2, levemente nocivo (30-79%); 3, moderadamente nocivo (80-99%); e 4, nocivo ( $>99\%$ ).

<sup>6/</sup> Concentração (%) do equivalente ácido na calda utilizada nos bioensaios.

<sup>7/</sup> Testemunha positiva – inseticida reconhecidamente nocivo pela IOBC/WPRS.

WPRS para *T. cacoeciae*. Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, verificou-se que o número de fêmeas de *T. pretiosum* nas gaiolas permitiu a realização e não interferiu na reprodutibilidade dos bioensaios em laboratório.

Na testemunha negativa, o número de ovos parasitados por fêmea de *T. pretiosum* variou de 25,19 a 32,64 (Tabela 2). De acordo com a metodologia padronizada pela IOBC, a

validação dos testes de seletividade está baseada em alguns critérios, sendo um dos mais importantes o número de ovos parasitados por fêmea para o tratamento testemunha negativa. Quanto à espécie *T. cacoeciae*, a metodologia proposta pela IOBC preconiza um mínimo de 15 ovos parasitados por fêmea (Hassan et al., 2000). Para *T. pretiosum* ainda não há um número mínimo estabelecido para validação de testes de seletividade, porém, de acordo com estudo sobre o efeito de temperatura no



desenvolvimento de *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* realizado por Maceda et al. (2003), a 25 °C as fêmeas parasitaram em média 5,74 ovos por dia. Com base nos resultados de parasitismo de *T. pretiosum* da testemunha negativa dos bioensaios do presente trabalho (Tabela 2), em seis dias, verificaram-se valores próximos aos encontrados por esses autores e quase o dobro daquele estabelecido para *T. cacoeciae* por Hassan et al. (2000).

Os herbicidas (% de ingrediente ativo ou equivalente ácido na calda) causaram reduções no parasitismo de *T. pretiosum*, que variou de 2,82 a 99,95%, predominando os classificados como levemente nocivos (classe 2), como Agrisato 480 SL (1,08% glyphosate), Gesaprim GrDA (1,54% atrazine), Glifos (0,36% glyphosate), Glyphosate Nortox (1,08% glyphosate), Gliz 480 SL (1,08% glyphosate), Polaris (0,90% glyphosate), Primatop SC (1,00% atrazine + 1,00% simazine), Sanson 40 SC (0,03% nicosulfuron), Trop (1,08% glyphosate) e Zapp Qi (1,05% glyphosate), os quais representaram 41,67% dos herbicidas testados. Já os moderadamente nocivos (classe 3) aos adultos de *T. pretiosum*, como Finale (0,15% glufosinato - sal de amônio), Herbadox (0,88% pendimethalin), Poast (0,12% setoxidim), Roundup Original (1,08% glyphosate), Roundup Transorb (1,08% glyphosate) e Roundup WG (1,26% glyphosate), representaram 25,00% dos herbicidas testados; somente 8,33% foram considerados nocivos (classe 4), sendo Gramoxone 200 (0,30% dicloreto de paraquat) e Primestra Gold (0,83% atrazine + 0,65% S-metolachlor) os representantes dessa categoria (Tabela 2, bioensaios I a VI).

A inocuidade (classe 1) dos herbicidas aos adultos de *T. pretiosum* foi verificada somente para Callisto (0,10% mesotriona), Equip Plus (0,02% foramsulfuron + 0,002% iodosulfuron-metilico), Extrazin SC (0,85% atrazine + 0,85% simazine), Primóleo (1,20% atrazine), Provence 750 WG (0,03% isoxaflutole) e Siptran 500 SC (1,55% atrazine), que representaram 25,00% dos herbicidas testados (Tabela 2, bioensaios IV a V).

O herbicida Extrazin SC foi inócuo (classe 1) e Primatop SC foi levemente nocivo (classe 2) aos adultos de *T. pretiosum*, ambos os herbicidas pertencentes ao grupo químico Triazina (ingrediente ativo atrazine + simazine).

Resultados similares foram encontrados por Hassan et al. (1987) quando classificaram Gesatop 50 (i.a. simazine), na concentração de 0,375% do produto comercial, como inócuo aos adultos de *T. cacoeciae*. O ingrediente ativo atrazine também apresentou classificações distintas no presente trabalho, sendo classificado como inócuo (Siptran 500 SC) e levemente nocivo (Gesaprim GrDA) (Tabela 2, bioensaio IV e VI). Hassan et al. (1988) também classificaram Gesaprim 50 (0,335% atrazine) como levemente nocivo (classe 2) aos adultos de *T. cacoeciae*, porém utilizando formulação comercial distinta da empregada no presente trabalho.

Resultados similares para Roundup Original foram obtidos por Manzoni et al. (2006b) e Giolo et al. (2005a) para *T. pretiosum*, porém utilizando 12 e 8 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente, dosagens estas superiores à usada no presente trabalho: 6 L ha<sup>-1</sup> (Tabela 2, bioensaio I). O herbicida Roundup WG (1,26% glyphosate) também foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3) aos adultos de *T. pretiosum* por Manzoni et al. (2007), ao testarem agrotóxicos registrados para a cultura da maçã. Efeitos deletérios de Glyphosate Nortox (1,08% glyphosate) e Gliz 480 CS (1,08% glyphosate) sobre *T. pretiosum* também foram observados pelos autores, porém com toxicidade superior (classe 3) à encontrada no presente trabalho (classe 2) (Tabela 2, bioensaio II) para ambos os herbicidas. Entretanto, Giolo et al. (2005a) classificaram Roundup WG como levemente nocivo (classe 2) aos adultos de *T. pretiosum* ao obterem redução no parasitismo de 61,56%, esta inferior à encontrada no presente trabalho (82,67%) (Tabela 2, bioensaio III), embora tenham utilizado dosagem 14,29% superior do produto comercial. Estes mesmos autores também classificaram Glyphosate Nortox e Gliz 480 CS como moderadamente nocivos (classe 3) aos adultos de *T. pretiosum*. Resultados distintos foram observados por Hassan et al. (1988), ao classificarem o herbicida Roundup (0,36% glyphosate) como levemente nocivo aos adultos de *T. cacoeciae*.

De acordo Giolo et al. (2005a), os herbicidas Zapp Qi e Roundup Transorb, ambos testados na concentração de 14,40 mg de equivalente ácido de glyphosate por litro de água, foram classificados como levemente nocivo

(classe 2) e moderadamente nocivo (classe 3), respectivamente, aos adultos de *T. pretiosum*. A mesma classificação foi obtida no presente trabalho (Tabela 2, bioensaios III e I), mas utilizando Zapp Qi e Roundup Transorb nas concentrações de 10,50 e 10,80 mg de equivalente ácido de glyphosate por litro de água, respectivamente.

Os demais herbicidas à base de glyphosate – Agrisato 480 SL, Glifos e Trop – foram classificados como levemente nocivos (classe 2) (Tabela 2, bioensaios I e II) aos adultos de *T. pretiosum*, de maneira semelhante para a maioria dos demais herbicidas com esse ingrediente ativo. Considerando o sal presente nas formulações comerciais à base de glyphosate, verifica-se que a maioria dos produtos com mesma concentração de equivalente ácido e com sal de isopropilamina foi levemente nociva (classe 2) aos adultos de *T. pretiosum*, exceto Roundup Original e Roundup Transorb, que foram moderadamente nocivos (classe 3). Entretanto, Giolo et al. (2005a) verificaram maior nocividade a esse parasitóide por aquelas formulações de glyphosate com sal de isopropilamina, porém os autores utilizaram concentração de 14,40 mg de equivalente ácido de glyphosate por litro de água, uma concentração que foi superior à de todos os herbicidas à base de glyphosate testados no presente trabalho.

Resultados similares aos do presente trabalho também foram observados por Manzoni et al. (2006b) para o herbicida Finale, que foi classificado como moderadamente nocivo (classe 3) ao *T. pretiosum*. Hassan et al. (1991), entretanto, classificaram o herbicida Basta, na concentração de 0,10% de glufosinato sal de amônio, como levemente nocivo (classe 2) aos adultos de *T. cacoeciae*, concentração esta 33,33% inferior à utilizada no presente trabalho (0,15%). Resultados distintos para o ingrediente ativo setoxidim foram encontrados por Hassan et al. (1994), que classificaram Fervinal Plus (0,105% setoxidim) como nocivo (classe 4) aos adultos de *T. cacoeciae*.

O herbicida Gramocil (0,20% paraquat + 0,10% diuron) foi testado por Bastos et al. (2005), que ofertaram ovos de *A. kuehniella* e *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) contaminados ao parasitóide *T. pretiosum*, resultando em parasitismos de 53,89 e

36,02%, respectivamente, ambos diferindo do tratamento testemunha. Trabalhos envolvendo somente o ingrediente ativo paraquat não foram encontrados na literatura, entretanto se verificou alta mortalidade de adultos de *T. pretiosum* no presente estudo (Tabela 2, bioensaio III), bem como em pesquisas que envolveram outros ingredientes ativos junto ao paraquat (Bastos et al., 2005).

Na literatura não foram encontrados trabalhos relacionados à seletividade de herbicidas a *Trichogramma* para a cultura do milho, pois somente alguns inseticidas foram testados até o momento (Cruz, 1995; Pratissoli et al., 2004). Dessa forma, verificou-se que testes de seletividade de herbicidas a *T. pretiosum* são de fundamental importância para o MIP na cultura do milho, na tentativa de tornar possível a associação de diferentes métodos de supressão de pragas, como o controle biológico e o controle químico.

De acordo com os resultados obtidos, os seis herbicidas classificados como inócuos (classe 1) – Callisto, Equip Plus, Extrazin SC, Primóleo, Provence 750 WG e Siptran 500 SC – não seguem para testes posteriores, conforme metodologia da IOBC/WPRS, e são seletivos aos adultos de *T. pretiosum* para as dosagens e concentrações testadas. Já os herbicidas classificados como nocivos (classes 2, 3 e 4) Agrisato 480 SL, Finale, Gesaprim GrDA, Glifos, Glyphosate Nortox, Gliz 480 SL, Gramoxone 200, Herbadox, Poast, Polaris, Primatop SC, Primavera Gold, Roundup Original, Roundup Transorb, Roundup WG, Sanson 40 SC, Trop e Zapp Qi –, que representam 75,00% dos herbicidas testados, deverão passar para as próximas etapas, que envolverão testes em condições de laboratório sobre as fases imaturas do parasitóide *T. pretiosum* e adultos a campo.

Portanto, a utilização de herbicidas seletivos nos primeiros estádios fenológicos da cultura do milho permite o incremento natural das populações de *T. pretiosum*, os quais poderão atuar como agentes de controle biológico no manejo dos insetos-praga. Aliado a isso, o número de aplicações de inseticidas poderá ser minimizado, resultando assim numa agricultura de menor impacto aos agricultores e ao ambiente.



## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor. Ao CNPq e Fapergs, pelo apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

## LITERATURA CITADA

- BASTOS, C. S.; ALMEIDA, R. P.; SUINAGA, F. A. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. **Pestic. Manag. Sci.**, v. 62, n. 1, p. 91-98, 2005.
- CAÑETE, C. L. **Seletividade de inseticidas a espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2005. 106 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>. **Ci. Agrotec.**, v. 27, n. 2, p. 261-270, 2003.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H. Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Hortic. Bras.**, v. 13, n. 2, p. 199-201, 1995.
- CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 1995. 45 p. (Circular Técnica, 21).
- GIOLO, F. P. et al. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005a.
- GIOLO, F. P. et al. Seletividade de agrotóxicos indicados na produção integrada de pêssego a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **R. Bras. Frutic.**, v. 27, n. 2, p. 222-225, 2005b.
- HASSAN, S. A. Guideline for the evaluation of side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bull.**, v. 21, n. 6, p. 119-128, 1998.
- HASSAN, S. A.; ABDELGADER, H. A sequential testing program to assess the effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). **IOBC/WPRS Bull.**, v. 24, n. 4, p. 71-81, 2001.
- HASSAN, S. A. et al. Results of the third joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift Angewandte Entomol.**, v. 103, p. 92-107, 1987.
- HASSAN, S. A. et al. Results of the fourth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Zeitschrift Angewandte Entomol.**, v. 105, p. 321-329, 1988.
- HASSAN, S. A. et al. Results of the fifth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, v. 36, n. 1, p. 55-67, 1991.
- HASSAN, S. A. et al. Results of the sixth joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS - Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **Entomophaga**, v. 39, n. 1, p. 107-119, 1994.
- HASSAN, S. A. et al. A laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M.P. (Eds.). **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**. Reinheim: IOBC/WPRS, 2000. p. 107-119.
- HOHMANN, C. L. Efeito de alguns inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. **An. Soc. Entomol. Brasil**, v. 22, n. 3, p. 563-568, 1993.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: (<http://www.ibge.gov.br>). Acesso em: 6 de jan. de 2007.
- MACEDA, A.; HOHMANN, C. L.; SANTOS, H. R. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. **Braz. Arch. Biol. Technol.**, v. 46, n. 1, p. 27-32, 2003.
- MAGALHÃES, P. C. et al. **Eficiência dos dessecantes paraquat e diquat na qualidade fisiológica de sementes de milho**. Sete Lagoas: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 123).
- MANZONI, C. G. et al. Susceptibilidade de adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a fungicidas utilizados no controle de doenças da macieira. **Neotr. Entomol.**, v. 35, n. 2, p. 223-230, 2006a.
- MANZONI, C. G. et al. Seletividade de agrotóxicos usados na produção integrada de maçã para adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 41, n. 10, p. 1461-1467, 2006b.



- MANZONI, C. G. et al. Seletividade de agroquímicos utilizados na produção integrada de maçã aos parasitóides *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Bioassay**, v. 2, n. 1, 2007. Disponível em (www.seb.org.br/bioassay) Acesso em 03 de mar. de 2007.
- MORANDI FILHO, W. J. et al. Ação de produtos naturais sobre a sobrevivência de *Argyrotaenia sphaleropa* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) e seletividade de inseticidas utilizados na produção orgânica de videira sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ci. Rural**, v. 36, n. 4, p. 1072-1078, 2006.
- MOURA, A. P. et al. Selectivity evaluation of insecticides used to control tomato pests to *Trichogramma pretiosum*. **BioControl**, v. 51, n. 6, p. 769-778, 2006.
- PRATISSOLI, D. et al. Ação transovariana de lufenuron (50 G/L) sobre adultos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e seu efeito sobre o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ci.. Agrotec.**, v. 28, n. 1, p. 9-14, 2004.
- SÁ, L. A. N.; PARRA, J. R. P. Efeito do número e intervalo entre liberações de *Trichogramma pretiosum* Riley no parasitismo e controle de *Helicoverpa zea* (Boddie), em milho. **Sci. Agric.**, v. 50, n. 3, p. 355-359, 1993.
- SAS LEARNING EDITION. **Getting Started with the SAS Learning Edition**. Statistical Analysis System. Cary: SAS Institute, 2002. 2 CD-ROM.
- SILVA, A. A. et al. Interação entre herbicida e inseticida sobre o milho-pipoca (*Zea mays*), as plantas daninhas e a lagarta-do-cartucho. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 181-186, 2007.
- VIÑUELA, E. Efectos secundarios de los plaguicidas en los enemigos naturales - Importancia para la producción integrada de fruta. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 4., 2002, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2002. p. 17-40.
- 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. **IOBC/WPRS Bull.**, v. 23, p. 49-53, 2000.