

# Efeito residual de novos inseticidas utilizados na cultura do tomateiro sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Alexandre Pinho Moura\*, Geraldo Andrade Carvalho e Renê Luís de Oliveira Rigitano

Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, C.P. 37, 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: alexandrepm@yahoo.com

**RESUMO.** O objetivo do presente trabalho foi avaliar a ação residual dos inseticidas acetamipride, clorfenapir, imidaclopride, tiaclopride e tiametoxam sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e os efeitos subseqüentes sobre as gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> desse parasitóide. Ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) foram aderidos em cartelas de cartolina, inviabilizados e tratados por imersão nas caldas químicas e em água (testemunha) por cinco segundos. Uma, 24 horas e 48 horas após tratados, os ovos foram expostos ao parasitismo por um período de 48 horas, findo o qual, foram mantidos em câmara climatizada a 24 °C, UR de 70-10% e 12 horas de fotofase até a emergência dos parasitóides. Clorfenapir e imidaclopride foram os compostos mais prejudiciais a *T. pretiosum*. Acetamipride e tiametoxam foram seletivos em favor desse parasitóide.

**Palavras-chave:** seletividade, acetamipride, clorfenapir, imidaclopride, tiaclopride, tiametoxam.

**ABSTRACT.** **Residual effect of new insecticides used in tomato crop on *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae).** This research was carried out aiming to evaluate the residual action of the insecticides acetamiprid, chlorfenapyr, imidacloprid, thiacloprid and thiamethoxam on adults of *Trichogramma pretiosum* Riley and their subsequent effects on individuals of the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations. Eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) were glued in paper cards, UV-killed and treated by dipping in the chemical solutions and in water (control) for five seconds. One, 24h and 48h after the treatment, eggs of the factitious host were exposed to parasitism of *T. pretiosum* for 48h and, soon after, maintained under controlled conditions at 24 °C, RH of 70-10% and 12h of photophase, until the emergence of the parasitoids. Both chlorfenapyr and imidacloprid were the most harmful insecticides to *T. pretiosum*. Both acetamiprid and thiamethoxam were shown to be harmless to this parasitoid.

**Key words:** selectivity, acetamiprid, chlorfenapyr, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam.

## Introdução

O uso de parasitóides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agentes biológicos de controle de pragas vem se intensificando em muitos países. Aproximadamente 18 espécies de *Trichogramma* estão sendo criadas massalmente em pelo menos 23 países, para liberações inundativas em 18 milhões de hectares e para o controle de pragas nas culturas do milho, da cana-de-açúcar, do arroz, da soja, do algodão, da beterraba, de hortaliças, da maçã e em reflorestamentos (Hassan *et al.*, 1998).

Dentre as hortaliças, o tomateiro é a cultura com o maior número de registros de pragas parasitadas por *Trichogramma* spp., em levantamentos realizados por Zucchi e Monteiro (1997). O uso desses parasitóides tem grande potencial para se tornar uma

eficiente tática no manejo integrado de pragas (MIP), como componente básico no controle da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae). Além disso, *T. pretiosum* é um eficiente agente de controle biológico da broca grande do tomateiro, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae), apresentando a vantagem de, em um ovo dessa praga, emergir desde um até sete parasitóides (Haji, 1997).

A eficiência de *Trichogramma* spp. em programas de MIP depende do uso de produtos químicos que não interfiram no parasitismo e no desenvolvimento de suas populações. Assim sendo, faz-se necessária a realização de pesquisas que visem obter informações sobre a seletividade de novos inseticidas a esse inseto (Carvalho *et al.*, 1994).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos residual e subletal dos inseticidas acetamipride, clorfenapir, imidaclopride, tiaclopride e tiametoxam, registrados para o controle de pragas na cultura do tomateiro, sobre o parasitóide de ovos *T. pretiosum*.

### Material e métodos

Nesta pesquisa avaliaram-se os efeitos de alguns inseticidas neonicotinóides e de um pirrol, recentemente lançados no mercado para o controle de pragas na cultura do tomateiro sobre *T. pretiosum*. A população do parasitóide avaliada foi obtida de ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) coletados em cultura do milho no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

Utilizaram-se parasitóides recém-emergidos com até 12 horas de idade pertencentes à mesma geração. Foram avaliados os seguintes inseticidas: acetamipride (0,05g i.a. L<sup>-1</sup> de água), clorfenapir (0,12g i.a. L<sup>-1</sup> de água), imidaclopride (1,16g i.a. L<sup>-1</sup> de água), tiaclopride (0,48g i.a. L<sup>-1</sup> de água) e tiametoxam (0,05g i.a. L<sup>-1</sup> de água), os quais foram aplicados nas maiores doses recomendadas pelos fabricantes para o controle de insetos-praga da cultura do tomateiro. Água foi utilizada como tratamento testemunha.

Quarenta fêmeas por tratamento foram individualizadas em tubos de vidro de 8,0cm de altura x 2,5cm de diâmetro e alimentadas com mel em forma de gotículas depositadas em suas paredes, sendo fechados com filme plástico de polietileno. Cerca de 125 ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) com até 24 horas de idade foram aderidos com goma arábica, diluída a 50% em água, em cartelas de cartolina azul com 5,0cm de comprimento x 0,5cm de largura inviabilizados sob lâmpada germicida, conforme metodologia descrita por Stein e Parra (1987); tratados por imersão nas caldas químicas e também em água (tratamento testemunha) por cinco segundos; e ofertados às fêmeas de *T. pretiosum*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após o tratamento. O parasitismo foi permitido por 48 horas, sendo que, ao final desse período, as fêmeas foram mantidas nos mesmos tubos com o objetivo de se avaliar a sua longevidade, e as cartelas contendo os ovos, supostamente parasitados, foram transferidas para outros recipientes e mantidas em câmara climatizada a 24 °C, UR de 70-100% e 12 horas de fotofase até a emergência dos parasitóides da geração F<sub>1</sub>. Cada tratamento foi composto por 10 repetições, sendo a parcela constituída de 4 cartelas com ovos de *A.*

*kuehniella* supostamente parasitados por *T. pretiosum*. Os efeitos dos inseticidas foram avaliados em função da longevidade da fêmea, taxa de parasitismo (número de ovos parasitados/fêmea/48 horas), percentagem de emergência, razão sexual e percentagem de deformação.

Avaliaram-se também os efeitos dos inseticidas sobre os adultos da geração F<sub>1</sub>, provenientes dos ovos de *A. kuehniella* tratados. Para esse estudo, 20 fêmeas de *T. pretiosum*, por tratamento, foram individualizadas em tubos de vidro de 8,0cm de altura x 2,5cm de diâmetro e alimentadas com mel em forma de gotículas depositadas na parede do recipiente, sendo os mesmos fechados com filme plástico de polietileno. A essas fêmeas ofertaram-se cerca de 125 ovos de *A. kuehniella* inviabilizados com até 24 horas de idade, não-tratados, os quais foram previamente fixados com goma arábica, diluída a 50% em água, em cartela de cartolina azul com 5,0cm de comprimento x 0,5cm de largura. O período de parasitismo foi de 48 horas, findo o qual, as fêmeas foram descartadas e as cartelas contendo os ovos supostamente parasitados foram mantidas em câmara climatizada, nas mesmas condições citadas anteriormente, até o completo desenvolvimento e emergência dos parasitóides da geração F<sub>2</sub>.

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 6 (3 épocas de oferta x 6 tratamentos) com 10 repetições. A parcela experimental foi formada de 2 cartelas contendo ovos do hospedeiro. Foram avaliadas taxa de parasitismo (número de ovos parasitados/fêmea/48 horas), percentagem de emergência, razão sexual e percentagem de deformação. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott e Knott (P < 0,05) (Scott e Knott, 1974).

Em função da redução na capacidade de parasitismo, longevidade e percentagem de emergência em relação ao tratamento testemunha, os inseticidas avaliados também foram enquadrados em classes toxicológicas, conforme recomendações de membros da "International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants (IOBC)", da seguinte forma: 1 = inofensivo (<30% de redução), 2 = pouco prejudicial (30% a 79% de redução), 3 = moderadamente prejudicial (80% a 99% de redução) e 4 = prejudicial (>99% de redução) (Hassan, 1997).

### Resultados e discussão

Clorfenapir foi o mais prejudicial à longevidade das fêmeas, quando ovos do hospedeiro foram

tratados e expostos ao parasitismo de *T. pretiosum*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a sua aplicação, não havendo diferenças significativas entre os períodos de exposição (Tabela 1). Acetamipride, imidaclopride e tiametoxam também reduziram significativamente a longevidade de fêmeas desse parasitóide ao entrarem em contato com ovos do hospedeiro, 1 hora após os mesmos terem sido tratados. Imidaclopride ainda reduziu significativamente a longevidade de fêmeas de *T. pretiosum*, quando expostas a resíduos desse composto 24 horas e 48 horas após a aplicação (7,8 e 4,6 dias, respectivamente). Imidaclopride apresentou um aumento em sua toxicidade com o passar do tempo, sendo que, quando ovos do hospedeiro foram tratados e 1 hora após ofertados ao parasitismo, a longevidade de fêmeas do parasitóide foi de 10,3 dias. No entanto, quando ovos contendo resíduos desse produto foram ofertados 24 horas e 48 horas depois de tratados, a longevidade média desse inseto foi de 7,8 e 4,6 dias, respectivamente. Verificou-se que a ingestão desse inseticida por parte do parasitóide foi mais prejudicial do que o contato com seus resíduos. Tiaclopride somente afetou a longevidade desse inseto, quando fêmeas foram expostas a ovos de *A. kuehniella* contaminados com esse composto 48 horas após o tratamento, proporcionando longevidade de 7,5 dias (Tabela 1). Acetamipride, tiaclopride e tiametoxam não apresentaram atividade tóxica para *T. pretiosum*, quando fêmeas foram expostas a ovos contaminados, 24 horas após a aplicação desses produtos. No entanto, foram tóxicos àquelas fêmeas expostas a ovos contaminados, 48 horas após a sua aplicação, permitindo longevidade de 8,0, 7,5 e 7,2 dias, respectivamente (Tabela 1).

**Tabela 1.** Longevidade (dias) ( $\pm$ EP) de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* (geração maternal) expostas a ovos de *Anagasta kuehniella*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após o seu tratamento\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento			Média geral	Redução (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas			
Testemunha	11,6 $\pm$ 0,48 aA	11,2 $\pm$ 0,35 aA	9,6 $\pm$ 0,36 bA	10,8	-	-
Acetamipride	9,1 $\pm$ 0,75 bB	12,6 $\pm$ 0,44 aA	8,0 $\pm$ 0,48 bB	9,9	8,3	1
Clorfenapir	2,8 $\pm$ 0,60 aC	3,1 $\pm$ 0,58 aC	1,3 $\pm$ 0,24 aD	2,4	77,8	2
Imidaclopride	10,3 $\pm$ 0,94 aB	7,8 $\pm$ 0,65 bB	4,6 $\pm$ 0,88 cC	7,6	29,6	1
Tiaclopride	11,9 $\pm$ 0,70 aA	12,7 $\pm$ 0,60 aA	7,5 $\pm$ 0,80 bB	10,7	0,9	1
Tiametoxam	9,3 $\pm$ 0,71 bB	11,6 $\pm$ 0,42 aA	7,2 $\pm$ 0,81 cB	9,4	13,0	1

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup> Percentagem média de redução na longevidade; <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997).

Em geral, os inseticidas foram mais prejudiciais às fêmeas que mantiveram contato com ovos do hospedeiro 48 horas após o seu tratamento, com exceção a clorfenapir, que foi igualmente prejudicial, independentemente da época de aplicação. Possivelmente, isso ocorreu em função da ingestão

de fluidos contaminados dos hospedeiros, haja vista que os resíduos dos inseticidas tiveram mais tempo para penetrar o córion. A alta mortalidade de fêmeas causada pelo clorfenapir indica que esse composto age principalmente por contato direto. Entretanto, a ingestão de resíduos de qualquer um dos inseticidas avaliados não pode ser descartada, pois, depois que o córion do ovo hospedeiro é perfurado, as fêmeas alimentam-se do conteúdo que exsuda pela punctura feita por elas (Croft, 1990; Cònsoli *et al.*, 2001).

Brunner *et al.* (2001) avaliaram o efeito do imidaclopride (0,048g i.a. L<sup>-1</sup>) sobre *Trichogramma platneri* Nagarkatti, 1975, por meio da pulverização dos indivíduos, e registraram 100% de mortalidade dos parasitóides após 48 horas da sua aplicação.

Em função da redução na longevidade de fêmeas de *T. pretiosum*, clorfenapir foi categorizado como pouco prejudicial (classe 2 = 30% a 79% de redução) e os demais compostos foram enquadrados na classe 1 = inofensivos (<30% de redução).

A taxa de parasitismo de *T. pretiosum*, que entrou em contato com ovos do hospedeiro 1 hora após o seu tratamento, foi reduzida por todos os inseticidas avaliados, exceto pelo acetamipride, pois esse proporcionou média de 16,4 ovos parasitados por fêmea. Tiaclopride possibilitou a maior redução na taxa de parasitismo, apresentando a média de 3,3 ovos parasitados por fêmea, seguido do clorfenapir (8,0 ovos), imidaclopride (8,7 ovos) e tiametoxam (13,7 ovos) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Taxa de parasitismo ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* (geração maternal), quando exposto a ovos de *Anagasta kuehniella*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento			Média geral	Redução (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas			
Testemunha	15,3 $\pm$ 0,98 aA	16,0 $\pm$ 0,83 aA	13,8 $\pm$ 0,60 aA	15,0	-	-
Acetamipride	16,4 $\pm$ 0,82 aA	16,0 $\pm$ 0,98 aA	14,6 $\pm$ 0,93 aA	15,7	0,0	1
Clorfenapir	8,0 $\pm$ 0,80 bC	10,0 $\pm$ 0,62 aB	6,3 $\pm$ 0,51 bC	8,1	46,0	2
Imidaclopride	8,7 $\pm$ 0,82 aC	7,0 $\pm$ 0,70 aC	3,7 $\pm$ 0,61 bD	6,5	56,7	2
Tiaclopride	3,3 $\pm$ 0,50 aD	4,0 $\pm$ 0,29 aD	3,2 $\pm$ 0,38 aD	3,5	76,7	2
Tiametoxam	13,7 $\pm$ 0,48 aB	14,1 $\pm$ 0,62 aA	11,6 $\pm$ 1,05 bB	13,1	12,7	1

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup> Percentagem média de redução na capacidade de parasitismo; <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997).

Tiaclopride também reduziu sensivelmente a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* que foi exposto a ovos tratados 24 horas após a aplicação, com média de 4 ovos parasitados por fêmea. Imidaclopride e clorfenapir também reduziram significativamente o número de ovos parasitados, com médias de 7 e 10 por fêmea, respectivamente. Acetamipride e tiametoxam não afetaram essa característica biológica, com médias de 16 e 14,1 ovos/fêmea, respectivamente (Tabela 2).

Dentre os inseticidas avaliados, apenas acetamipride não reduziu a taxa de parasitismo de *T.*

*pretiosum* que entrou em contato com ovos do hospedeiro alternativo 48 horas após o tratamento. Imidaclopride e tiaclopride foram os compostos mais prejudiciais ao parasitóide, propiciando médias de 3,7 e 3,2 ovos parasitados por fêmea, respectivamente. Clorfenapir e tiametoxam também reduziram significativamente a taxa de parasitismo desse parasitóide, apresentando médias de 6,3 e 11,6 ovos parasitados, respectivamente (Tabela 2).

Os resultados referentes ao número médio de ovos parasitados por fêmea no presente estudo, assemelham-se àqueles de Carvalho *et al.* (2002) para imidaclopride (0,28g i.a. L<sup>-1</sup>). Esses autores registraram média de 8,9 ovos de *A. kuehniella* parasitados para fêmeas que entraram em contato com plantas de tomateiro, após 24 horas da pulverização desse composto.

A taxa de parasitismo de *T. pretiosum* não foi diminuída por acetamipride, independentemente da época na qual as fêmeas entraram em contato com ovos do hospedeiro contaminados com esse produto, não havendo diferenças significativas no número de ovos parasitados em relação aos diferentes períodos de exposição do parasitóide (Tabela 2).

A acentuada redução no número de ovos de *A. kuehniella* parasitados por *T. pretiosum*, independentemente da época na qual as fêmeas desse parasitóide foram expostas a ovos contaminados com tiaclopride (Tabela 2), parece estar associada ao seu efeito repelente, visto que a longevidade não foi reduzida significativamente por esse inseticida. Observou-se que as fêmeas permaneciam na parte superior do tubo, evitando contato com os ovos contaminados. Quanto ao clorfenapir, a explicação para a reduzida taxa de parasitismo foi a baixíssima longevidade apresentada pelas fêmeas (Tabelas 1 e 2).

Em função da redução do número de ovos parasitados causada por clorfenapir, imidaclopride e tiaclopride, os mesmos foram categorizados na classe 2 = pouco prejudiciais (30% a 79% de redução no parasitismo) e acetamipride e tiametoxam na classe 1 = inofensivos (<30% de redução no parasitismo).

Os inseticidas clorfenapir e imidaclopride, independentemente da época na qual as fêmeas da geração maternal mantiveram contato com ovos do hospedeiro contaminados, afetaram a emergência de parasitóides da geração F<sub>1</sub>, com médias de 69,8% e 26,2%, respectivamente. A emergência de indivíduos da geração F<sub>1</sub> foi mais afetada por esses dois compostos quando fêmeas da geração maternal entraram em contato com ovos contaminados, 48 horas após a aplicação, diferindo significativamente

das demais épocas de exposição (Tabela 3). Tiaclopride também reduziu o número de indivíduos emergidos da geração F<sub>1</sub> quando fêmeas (geração maternal) entraram em contato com esse composto, 1 hora e 48 horas após a sua aplicação. Os demais produtos avaliados foram seletivos em favor de *T. pretiosum*, apresentando valores de emergência superiores a 82,0% (Tabela 3).

**Tabela 3.** Percentagem de emergência ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* (geração F<sub>1</sub>) provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados e expostos ao parasitismo, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento			Média geral	Redução (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas			
Testemunha	92,7 $\pm$ 1,84 aA	88,5 $\pm$ 1,85 aA	85,2 $\pm$ 2,57 aA	88,8	-	-
Acetamipride	88,2 $\pm$ 2,73 aA	83,8 $\pm$ 2,16 aA	82,1 $\pm$ 1,47 aA	84,7	4,6	1
Clorfenapir	77,8 $\pm$ 2,06 aB	70,5 $\pm$ 3,34 aB	61,0 $\pm$ 1,61 bB	69,8	21,4	1
Imidaclopride	39,1 $\pm$ 3,38 aC	32,8 $\pm$ 1,65 aC	6,7 $\pm$ 2,24 bC	26,2	70,5	2
Tiaclopride	81,4 $\pm$ 3,44 bB	90,2 $\pm$ 2,56 aA	57,1 $\pm$ 5,61 cB	76,2	14,2	1
Tiametoxam	94,6 $\pm$ 0,87 aA	87,5 $\pm$ 1,69 bA	85,9 $\pm$ 2,27 bA	89,3	0,0	1

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup> Percentagem média de redução na emergência; <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997).

A emergência dos descendentes (geração F<sub>1</sub>) de fêmeas de *T. pretiosum* que entraram em contato com ovos do hospedeiro contaminados, 48 horas após a aplicação dos inseticidas, foi reduzida significativamente por todos os compostos, exceto para acetamipride e tiametoxam (Tabela 3). Acredita-se que, após 48 horas, os produtos tiveram melhores chances de penetrar no ovo hospedeiro, em comparação a 1 hora e 24 horas, ocasionando maiores mortalidades, como também foi discutido por Carvalho *et al.* (2001) e Cõnsoli *et al.* (2001).

A razão sexual dos parasitóides da geração F<sub>1</sub> foi maior quando se aplicou o tiaclopride, com média de 0,9, independentemente da época em que as fêmeas da geração maternal entraram em contato com ovos contaminados com esse composto. Os demais tratamentos não afetaram essa característica biológica. Em geral, observou-se razão sexual mais baixa para aqueles indivíduos da geração F<sub>1</sub> oriundos de fêmeas que entraram em contato com ovos contaminados, 48 horas após aplicação dos compostos (Tabela 4). O'Brien *et al.* (1985) também constataram alterações na razão sexual de parasitóides quando expostos a inseticidas. Esses autores verificaram que descendentes adultos de *Bracon mellitor* Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae), tratados com a LC<sub>5</sub> de azinfós-metil e clordimeforme, mostraram uma maior relação fêmea:macho, quando comparados a descendentes não-tratados. No entanto, as bases fisiológicas desses efeitos ainda não foram bem esclarecidas.

**Tabela 4.** Razão sexual ( $\pm$ EP) de indivíduos da geração F<sub>1</sub> de *Trichogramma pretiosum*, provenientes de fêmeas que parasitaram ovos de *Anagasta kuehniella* contaminados, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento		
	1 hora	24 horas	48 horas
Testemunha	0,7 $\pm$ 0,01 aB	0,6 $\pm$ 0,04 aA	0,5 $\pm$ 0,03 bB
Acetamipride	0,7 $\pm$ 0,03 aB	0,7 $\pm$ 0,03 aA	0,5 $\pm$ 0,03 bB
Clorfenapir	0,7 $\pm$ 0,05 aB	0,6 $\pm$ 0,04 aA	0,6 $\pm$ 0,05 aB
Imidaclopride	0,7 $\pm$ 0,07 aB	0,7 $\pm$ 0,05 aA	0,5 $\pm$ 0,13 bB
Tiaclopride	0,9 $\pm$ 0,04 aA	0,8 $\pm$ 0,05 aA	0,9 $\pm$ 0,05 aA
Tiametoxam	0,7 $\pm$ 0,03 aB	0,7 $\pm$ 0,04 aA	0,5 $\pm$ 0,04 bB

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ).

Os inseticidas clorfenapir e imidaclopride afetaram negativamente a percentagem de indivíduos deformados da geração F<sub>1</sub>, independentemente da época em que suas progenitoras entraram em contato com ovos contaminados. A percentagem de indivíduos deformados observada na geração F<sub>1</sub> de *T. pretiosum*, oriundos das fêmeas expostas a ovos de *A. kuehniella*, 24 horas e 48 horas após a aplicação de acetamipride e tiametoxam, foi de 3,2% e 0,8% e 3,2% e 0,8%, respectivamente (Tabela 5). Os resultados do presente trabalho para o imidaclopride divergem daqueles obtidos por Carvalho *et al.* (2002). Esses autores não verificaram aumento no número de descendentes deformados, quando fêmeas da geração maternal de *T. pretiosum* foram expostas a plantas de tomateiro contaminadas com imidaclopride, 24 horas após a sua aplicação. Essas diferenças podem estar associadas à origem da população do parasitóide utilizada por esses autores, os quais usaram indivíduos oriundos de Sete Lagoas, MG; à dose por eles utilizada (0,28g i.a. L<sup>-1</sup>), a qual foi bem menor que a usada no presente trabalho; bem como à diferente metodologia empregada.

**Tabela 5.** Percentagem de adultos ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* deformados (F<sub>1</sub>) provenientes de fêmeas da geração maternal expostas a ovos de *Anagasta kuehniella*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento		
	1 hora**	24 horas**	48 horas**
Testemunha	0,6 $\pm$ 0,13 aA	1,9 $\pm$ 0,25 bA	0,6 $\pm$ 0,03 aA
Acetamipride	0,8 $\pm$ 0,14 aA	3,2 $\pm$ 0,32 bB	0,8 $\pm$ 0,24 aB
Clorfenapir	1,6 $\pm$ 0,27 bB	3,9 $\pm$ 0,61 cB	0,9 $\pm$ 0,18 aB
Imidaclopride	3,0 $\pm$ 0,31 bB	4,2 $\pm$ 0,47 cB	1,0 $\pm$ 0,19 aB
Tiaclopride	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,2 $\pm$ 0,01 bA	0,3 $\pm$ 0,03 cA
Tiametoxam	0,9 $\pm$ 0,27 aA	3,2 $\pm$ 0,42 bB	0,8 $\pm$ 0,14 aB

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); \*\* Dados transformados para o arco-seno da raiz quadrada de x/100.

Tiaclopride reduziu o número de ovos parasitados por *T. pretiosum* (geração F<sub>1</sub>), porém esse efeito só foi observado quando suas progenitoras (geração maternal) entraram em contato com ovos

do hospedeiro, logo após sua aplicação, proporcionando média de 21,9 ovos parasitados por fêmea. Clorfenapir afetou negativamente essa característica biológica, independentemente da época de aplicação do produto, com média geral de 20,2 ovos parasitados por fêmea. Os demais inseticidas avaliados não afetaram a fecundidade de *T. pretiosum* (F<sub>1</sub>) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Número de ovos parasitados/fêmea ( $\pm$ EP) da geração F<sub>1</sub> de *Trichogramma pretiosum*, oriundas de fêmeas que mantiveram contato com ovos de *Anagasta kuehniella*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento			Média geral	Redução (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
	1 hora	24 horas	48 horas			
Testemunha	33,4 $\pm$ 1,43 bA	42,6 $\pm$ 1,23 aA	33,3 $\pm$ 0,93 bA	36,4	-	-
Acetamipride	28,7 $\pm$ 1,98 aA	34,9 $\pm$ 2,43 aA	29,8 $\pm$ 2,89 aA	31,1	14,6	1
Clorfenapir	20,5 $\pm$ 2,46 bB	27,1 $\pm$ 3,34 aB	13,0 $\pm$ 1,63 cB	20,2	44,5	2
Imidaclopride	-	-	-	-	-	-
Tiaclopride	21,9 $\pm$ 3,48 cB	37,8 $\pm$ 2,17 aA	31,3 $\pm$ 2,29 bA	30,3	16,8	1
Tiametoxam	30,8 $\pm$ 1,69 bA	39,1 $\pm$ 1,44 aA	32,0 $\pm$ 1,22 bA	34,0	6,6	1

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup> Percentagem média de redução na capacidade de parasitismo; <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997).

Os efeitos causados por clorfenapir e tiaclopride, na taxa de parasitismo de *T. pretiosum* da geração F<sub>1</sub>, provavelmente ocorreram em função de seus “efeitos latentes”, os quais segundo Croft (1990), são aqueles transferidos à geração subsequente à inicialmente exposta aos compostos.

Em função da redução média causada na taxa de parasitismo de *T. pretiosum* (Tabela 6), clorfenapir foi categorizado na classe 2 = pouco prejudicial (30% a 79% de redução no parasitismo) e acetamipride, tiaclopride e tiametoxam na classe 1 = inofensivos (<30% de redução no parasitismo). Não foi possível avaliar o efeito do imidaclopride (Tabelas 6 a 9) devido ao baixo número de ovos parasitados pelas fêmeas da geração maternal, à pequena percentagem de emergência de indivíduos (F<sub>1</sub>) e à alta mortalidade dos parasitóides emergidos.

**Tabela 7.** Percentagem de emergência ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* (geração F<sub>2</sub>) provenientes de fêmeas da geração maternal que mantiveram contato com ovos de *Anagasta kuehniella* contaminados, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos.

Tratamentos	Tempo após o tratamento			Média geral	Redução (%) <sup>1</sup>	Classe <sup>2</sup>
	1 hora*	24 horas*	48 horas*			
Testemunha	95,2 $\pm$ 1,10 aA	96,4 $\pm$ 0,73 aA	95,5 $\pm$ 0,93 aA	95,7	-	-
Acetamipride	96,1 $\pm$ 0,96 aA	92,8 $\pm$ 2,43 aA	95,5 $\pm$ 2,89 aA	94,8	0,9	1
Clorfenapir	95,0 $\pm$ 1,43 aA	96,8 $\pm$ 3,34 aA	95,8 $\pm$ 1,63 aA	95,9	0,0	1
Imidaclopride	-	-	-	-	-	-
Tiaclopride	82,4 $\pm$ 2,01 bB	93,5 $\pm$ 2,25 aA	82,1 $\pm$ 2,29 bB	86,0	10,1	1
Tiametoxam	94,6 $\pm$ 1,42 aA	96,9 $\pm$ 0,67 aA	91,0 $\pm$ 1,22 aA	94,2	1,6	1

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup> Percentagem média de redução na emergência; <sup>2</sup> Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997).

A percentagem de emergência de indivíduos da geração F<sub>2</sub> de *T. pretiosum* não foi afetada pela

maioria dos compostos avaliados, independentemente da época em que suas progenitoras foram expostas a ovos tratados do hospedeiro. Entretanto, tiaclopride afetou negativamente essa característica biológica na geração F<sub>2</sub>, quando fêmeas da geração maternal entraram em contato com esse inseticida, 1 hora e 48 horas após sua aplicação, proporcionando emergência de 82,4% e 82,1%, respectivamente. Em função da redução média causada na emergência desse inseto, todos os inseticidas avaliados foram enquadrados na classe 1 = inofensivos (Tabela 7).

**Tabela 8.** Razão sexual ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* (geração F<sub>2</sub>) proveniente de fêmeas da geração maternal, que mantiveram contato com ovos de *Anagasta kuehniella* contaminados, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento		
	1 hora**	24 horas**	48 horas**
Testemunha	0,7 $\pm$ 0,01 aA	0,6 $\pm$ 0,06 aA	0,7 $\pm$ 0,04 aA
Acetamipride	0,6 $\pm$ 0,04 aA	0,4 $\pm$ 0,07 aA	0,6 $\pm$ 0,08 aA
Clorfenapir	0,5 $\pm$ 0,08 aA	0,5 $\pm$ 0,07 aA	0,4 $\pm$ 0,11 aA
Imidaclopride	-	-	-
Tiaclopride	0,2 $\pm$ 0,06 aB	0,1 $\pm$ 0,05 aB	0,0 $\pm$ 0,00 aB
Tiametoxam	0,5 $\pm$ 0,04 aA	0,6 $\pm$ 0,05 aA	0,7 $\pm$ 0,06 aA

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); \*\* Dados transformados para  $\sqrt{x+0,5}$ .

**Tabela 9.** Percentagem de adultos ( $\pm$ EP) de *Trichogramma pretiosum* deformados (F<sub>2</sub>) provenientes de fêmeas da geração maternal expostas a ovos de *Anagasta kuehniella*, 1 hora, 24 horas e 48 horas após a aplicação dos tratamentos\*.

Tratamentos	Tempo após o tratamento		
	1 hora**	24 horas**	48 horas**
Testemunha	0,8 $\pm$ 0,37 bA	0,6 $\pm$ 0,36 bB	0,3 $\pm$ 0,19 aA
Acetamipride	2,8 $\pm$ 1,07 bB	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,0 $\pm$ 0,00 aA
Clorfenapir	0,4 $\pm$ 0,24 bA	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,2 $\pm$ 0,11 aA
Imidaclopride	-	-	-
Tiaclopride	0,0 $\pm$ 0,00 aA	0,6 $\pm$ 0,31 bB	0,4 $\pm$ 0,25 bA
Tiametoxam	1,1 $\pm$ 0,49 bA	0,6 $\pm$ 0,31 aB	0,4 $\pm$ 0,18 aA

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott ( $P < 0,05$ ); \*\* Dados transformados para o arco-seno da raiz quadrada de  $x/100$ .

Tiaclopride afetou negativamente a razão sexual de indivíduos da geração F<sub>2</sub>, independentemente da época em que as progenitoras (geração maternal) foram expostas aos diversos tratamentos. Os demais inseticidas não afetaram essa característica biológica, variando de 0,4 a 0,6 (Tabela 8).

Os efeitos negativos observados na emergência e na razão sexual dos indivíduos da geração F<sub>2</sub> de *T. pretiosum*, descendentes de fêmeas da geração maternal expostas a ovos contendo resíduos de tiaclopride, podem ser resultantes do que Croft (1990) denominou de “efeitos latentes”. Esses efeitos se expressam no estágio de vida de um organismo, subsequente àquele inicialmente exposto ao

pesticida. No entanto, as bases fisiológicas de tais efeitos ainda não foram bem esclarecidas.

Ocorreram números significativos de adultos deformados pertencentes à geração F<sub>2</sub>, descendentes de fêmeas da geração maternal expostas a ovos de *A. kuehniella*, contendo resíduos de acetamipride, 1 hora após sua aplicação (Tabela 9). Entretanto, as percentagens de adultos deformados observadas em indivíduos das gerações F<sub>1</sub> (Tabela 5) e F<sub>2</sub> (Tabela 9) de *T. pretiosum*, para a maioria dos tratamentos, nas diferentes épocas de aplicação, podem ser consideradas baixas, segundo taxas de controle de qualidade, quando se observa a ocorrência de indivíduos atípicos, que devem ser inferiores a 2%, em criações massais de *Trichogramma* spp. (Haji et al., 1998).

## Conclusão

Imidaclopride e clorfenapir foram os compostos mais prejudiciais a *T. pretiosum*.

Tiaclopride reduziu a taxa de parasitismo de *T. pretiosum*, apesar de não ter afetado sua longevidade.

Os efeitos deletérios de clorfenapir e tiaclopride foram transmitidos para os indivíduos em estádios subsequentes ao desenvolvimento de *T. pretiosum*.

Acetamipride e tiametoxam foram seletivos em favor de *T. pretiosum*.

## Referências

- BRUNNER, J. F. et al. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. *J. Econ. Entomol.*, Maryland, v.94, n.5, p.1075-1084, 2001.
- CARVALHO, G. A. et al. Seletividade de inseticidas reguladores de crescimento de insetos à *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, Porto Alegre, v.23, n.3, p.431-434, 1994.
- CARVALHO, G. A. et al. 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.
- CARVALHO, G. A. et al. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.6, p.1160-1166, 2002.
- CÔNSOLI, F. L. et al. Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hym., Trichogrammatidae). *J. Appl. Entomol.*, Berlin, v.125, n.1-2, p.37-43, 2001.
- CROFT, B. A. *Arthropod biological control agents and pesticides*. New York: Wiley-Interscience, 1990.

- HAJI, F. N. P. Controle biológico da traça do tomateiro com *Trichogramma* no Nordeste do Brasil. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: Fealq, 1997. cap.12, p.319-324.
- HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: Fealq, 1997. cap.8, p.207-234.
- HASSAN, S. A. *et al.* The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. *J. Appl. Entomol.*, Berlin, v.122, n.9-10, p.569-573, 1998.
- O'BRIEN, P.J. *et al.* Toxicity of azinphosmethyl and chlordimeform to parasitoid *Bracon mellitor* (Hymenoptera: Braconidae): lethal and reproductive effects. *Environ. Entomol.*, Lanham, v.14, n.4, p.891-894, 1985.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analyses method for grouping means in the analyses of variance. *Biometrics*, Washington, DC, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- STEIN, C. P.; PARRA, J. R. P. Aspectos biológicos de *Trichogramma* sp. em diferentes hospedeiros. *An. Soc. Entomol. Bras.*, Porto Alegre, v.16, n.1, p.163-169, 1987.
- ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap.2, p.41-66.

Received on May 09, 2003.

Accepted on August 08, 2003.