

CAROLINA LOMANDO CAÑETE

SELETIVIDADE DE INSETICIDAS A ESPÉCIES DE
***Trichogramma* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciências – Zoologia.

Orientador: Dr. Luís Amilton Foerster

CURITIBA

2005

“Tua, SENHOR, é a grandeza, o poder, a honra, a vitória e a majestade, porque teu é tudo quanto há nos céus e na terra...”

(1Cr 29:11)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Luís Amilton Foerster, pela orientação, por todos os ensinamentos em relação à pesquisa científica, mas acima de tudo pela amizade e carinho ao longo destes anos de convivência.

Ao Curso de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR, pela oportunidade de freqüentar o curso.

A Vera Maria Adélio, secretária do curso de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR, pela dedicação e atenção durante os anos de curso.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Zoologia pelo convívio e ensinamentos.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela possibilidade de realização de coletas de insetos e experimentos na Fazenda Experimental Gralha Azul.

Ao Professor Lino Monteiro pelas sugestões e participações nas semanas do Doutorando.

À Professora Maria Christina de Almeida pelo seu incentivo, apoio e especialmente pela sua amizade desde os tempos da graduação.

Aos antigos e atuais colegas do Laboratório de Controle Integrado de Insetos, em particular à Joseane, César e Mônia pela convivência.

A Marcela e ao José Ricardo pelo carinho e incentivo.

À minha querida amiga Augusta (Guta) pelo carinho e acima de tudo pelo exemplo de força, coragem e determinação.

A Marion (Mari) pelo apoio em todos os momentos, mas acima de tudo pela nossa amizade de tanto anos.

A todos os amigos da Igreja, em particular, ao Sr. Luiz e Dona Zenira, Sr. Edgar e Vera, Fabiano e Barbra, Sebastiana, aos amigos da casa “verde” (André, Karen e Thiago), Pr. Omar e família, e à querida família Konofal (Pr. Waldir, Carmem e Gabriel) pelas orações.

A todos os jovens da Igreja, em especial a Neiva, Mari, Fernando, Fabrício, Silmara e Vivian pela amizade e orações.

Ao Edmilson e Jane, pelas risadas e especialmente pela sinceridade da nossa amizade.

Aos grandes amigos Walquiria (Wal) e Martins, pela amizade tão especial.

Ao “Paistor” Marcos, Cidneia, Ruth, e à minha grande amiga e irmã do coração Débora (Dedé), por todo carinho, amizade, mas principalmente por serem uma nova e especial família na minha vida.

Às minhas irmãs, Ana Maria e Fernanda, e à Vera pelo afeto mesmo estando longe.

Aos tios Beto, Lena, Milton, Nadege e Nato, e aos primos Felipe, Renata e Carmela pelo incentivo.

Aos meus tios Norman e Naira e aos meus primos Naiana, Neto e Nicole por sempre se alegrarem comigo nas vitórias.

À minha Vó Aida que mesmo longe sempre torceu por mim.

Às minhas irmãs Luciana e Andréa pelo apoio durante todas as etapas da minha vida.

À minha mãe, Nádia, por me apoiar, estar ao meu lado a cada instante e, acima de tudo pelo seu amor incondicional.

Por fim, agradeço a todos que participaram com obras, gestos ou palavras que permitiram a realização deste trabalho.

ÍNDICE

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE FIGURAS	XII
INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO I. Capacidade de parasitismo de cinco espécies de <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner tratados com inseticidas.	11
ABSTRACT	12
RESUMO	13
INTRODUÇÃO	14
MATERIAL E MÉTODOS	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
LITERATURA CITADA	26
CAPÍTULO II. Efeito de inseticidas sobre o desenvolvimento, emergência e capacidade de parasitismo de <i>Trichogramma</i> spp.(Hymenoptera: Trichogrammatidae).	32
ABSTRACT	33
RESUMO	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
LITERATURA CITADA	46
CAPÍTULO III. Efeito residual de inseticidas sobre adultos de <i>Trichogramma</i> spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	52
ABSTRACT	53
RESUMO	54

INTRODUÇÃO	55
MATERIAL E MÉTODOS	56
RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
LITERATURA CITADA	65
CAPÍTULO IV. Longevidade e fecundidade de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, <i>Trichogramma acacioi</i> Brun, Moraes & Soares e <i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) alimentados com mel contendo inseticida.	68
ABSTRACT	69
RESUMO	70
INTRODUÇÃO	71
MATERIAL E MÉTODOS	73
RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
LITERATURA CITADA	80
CAPÍTULO V. Competitividade entre <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley e <i>Trichogramma atopovirilia</i> Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner tratados com inseticidas.	83
ABSTRACT	84
RESUMO	85
INTRODUÇÃO	86
MATERIAL E MÉTODOS	87
RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
LITERATURA CITADA	92

CAPÍTULO VI. Efeito de <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner sobre o parasitóide de ovos <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae).	94
ABSTRACT	95
RESUMO	96
INTRODUÇÃO	97
MATERIAL E MÉTODOS	98
RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
LITERATURA CITADA	104

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
INTRODUÇÃO	
Tabela 1. Nome comercial, classe química, ingrediente ativo e concentração dos produtos utilizados neste estudo.	4
CAPÍTULO I	
Tabela 1. Número de ovos (Média \pm E.P.) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitado por fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. tratados com inseticidas antes do parasitismo.	19
Tabela 2. Tempo de desenvolvimento em dias (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> tratados com inseticidas antes do parasitismo.	22
Tabela 3. Número de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> tratados com inseticidas antes do parasitismo.	23
Tabela 4. Razão sexual (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. emergidos de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> tratados com inseticidas antes do parasitismo.	23
Tabela 5. Número de ovos (Média \pm E.P.) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitado em dois dias por fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.	24
Tabela 6. Número de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitado por fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.	25

Tabela 7. Razão sexual (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. emergidos de ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitados por fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.	25
--	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento em dias (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos tratados com inseticidas, um e sete dias após o parasitismo.	41
--	----

Tabela 2. Porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> tratados com inseticidas, um e sete dias após o parasitismo.	42
---	----

Tabela 3: Número de ovos (Média \pm E.P.) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitados por fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. emergidas de ovos tratados com inseticidas, um e sete dias após o parasitismo.	44
---	----

Tabela 4: Porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de <i>Trichogramma</i> spp. em ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> parasitados provenientes de fêmeas emergidas de ovos tratados com inseticidas, um e sete dias após o parasitismo.	45
--	----

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Longevidade de fêmeas e machos de <i>Trichogramma</i> spp. (Média \pm E.P.) alimentados com mel contendo inseticida.	75
--	----

Tabela 2. Número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos de <i>Trichogramma</i> spp. (Média \pm E.P.) alimentados com mel contendo inseticida (F ₁).	77
--	----

Tabela 3. Número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos de <i>Trichogramma</i> spp. (Média \pm E.P.) da geração F ₂ .	79
---	----

CAPÍTULO V

Tabela 1. Parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* provenientes de ovos *Anticarsia gemmatalis* tratados com inseticidas. 90

Tabela 2. Razão sexual (Média \pm E.P.) de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* provenientes de ovos *Anticarsia gemmatalis* tratados com diferentes inseticidas. 91

CAPÍTULO VI

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento, número de ovos parasitados e de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com *Bacillus thuringiensis* antes do parasitismo. 101

Tabela 2. Tempo de desenvolvimento e porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com *Bacillus thuringiensis* um e sete dias após o parasitismo (DAP). 102

Tabela 3. Longevidade de fêmeas e machos de *Trichogramma pretiosum* (Média \pm E.P.) alimentados com mel contendo *Bacillus thuringiensis*. 103

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
CAPÍTULO I	
Figura 1. Sobrevivência (%) após 24 horas de fêmeas de <i>Trichogramma</i> spp. após receberem ovos de <i>Anticarsia gemmatalis</i> tratados com inseticidas.	21
CAPÍTULO III	
Figura 1. Sobrevivência de fêmeas e machos de <i>Trichogramma pretiosum</i> , após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.	60
Figura 2. Sobrevivência de fêmeas e machos de <i>Trichogramma atopovirilia</i> , após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.	61
Figura 3. Sobrevivência de fêmeas e machos de <i>Trichogramma acacioi</i> , após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.	62
Figura 4. Sobrevivência de fêmeas e machos de <i>Trichogramma lasallei</i> , após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.	63
Figura 5. Sobrevivência de fêmeas e machos de <i>Trichogramma rojasi</i> , após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.	64

Introdução

O controle de pragas, durante muito tempo, utilizou-se essencialmente de defensivos químicos com o objetivo de eliminá-las, não se preocupando com a fauna benéfica e ocasional das culturas (Imenes *et al.* 1990). Esta aplicação desordenada provocou o surgimento de problemas como a resistência de insetos a inseticidas, ressurgência de pragas, aparecimento de pragas secundárias (Rajakulendran & Plapp 1982) e efeitos nocivos sobre inimigos naturais. Como alternativa à aplicação sistemática destes produtos surgiu, na década de 50, o manejo integrado de pragas (MIP).

O conceito de MIP abrange a utilização, de forma harmônica, de técnicas múltiplas, para a manutenção das pragas abaixo do nível econômico de dano e a conservação do ambiente (Corso *et al.* 1999). Inseticidas são considerados adequados para o MIP se combinarem um eficiente controle da praga com mínima influência sobre a atividade de espécies benéficas (Singh & Varma 1986, Guedes *et al.* 1992, Suinaga *et al.* 1996). Segundo Smilanick *et al.* (1996) a integração de produtos químicos com o controle biológico é, em muitos casos, crucial para o sucesso de um programa de MIP.

Estudos sobre o efeito de inseticidas a inimigos naturais são particularmente importantes quando estes são introduzidos como agentes de controle (Hassan & Oomen 1985). Dentre os agentes de controle, aqueles pertencentes ao gênero *Trichogramma* têm despertado interesse mundial (Scholz *et al.* 1998) por serem parasitóides de ovos que matam seus hospedeiros antes da emergência da praga e do ataque à planta (Lundgren *et al.* 2002). Além disso, espécies deste gênero vêm sendo comercializadas (Smith 1996) e liberadas para o controle de diversos lepidópteros-praga em várias partes do mundo (Stinner 1977, Li 1994). No entanto, a sua eficiência em programas de MIP depende do uso de produtos químicos que não interfiram no parasitismo e desenvolvimento de suas populações (Carvalho *et al.* 1994).

Os estudos de seletividade de inseticidas a *Trichogramma* vêm ganhando impulso nos últimos anos e especial atenção tem sido dedicada a parasitóides de ovos, existindo um volume satisfatório de estudos sobre o impacto de inseticidas a esses insetos (Tipping & Burbutis 1983, Mani & Krishnamoorthy 1986, Ramalho *et al.* 1989, Hohmann 1991 e 1993, Castelo Branco & França 1995). No entanto, a maioria dos estudos aborda o efeito de inseticidas sobre uma única espécie de *Trichogramma*, e não há na literatura trabalhos de caráter comparativo entre diferentes espécies visando identificar a existência de graus de tolerância aos inseticidas.

A lagarta da soja, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, é o principal inseto desfolhador desta cultura, e para o seu controle, países como Colômbia e Estados Unidos, vêm utilizando *Trichogramma pretiosum* Riley em nível comercial (Li 1994). No Brasil foram constatadas, parasitando ovos de *A. gemmatalis*, cinco espécies de *Trichogramma*: *T. pretiosum*, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma. rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti), *Trichogramma lasallei* Pinto, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares (Hohmann *et al.* 1989, Polaszek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999, Avanci 2004).

Os inseticidas neurotóxicos destacam-se pelo rápido efeito sobre pragas e baixo custo; e apesar da pouca seletividade destes produtos eles continuam a serem utilizados na cultura da soja. Dentre eles, Clorpirifós é recomendado para o controle da lagarta da soja (Embrapa 2002), além de sua eficiência no controle de outros lepidópteros da soja, como *Spodoptera latifascia* (Walker), *Spodoptera eridania* (Stoll) (Embrapa 2002) e *Epinotia aporema* (Walsingham) (Foerster 1978).

Os inseticidas inibidores da síntese de quitina, por outro lado, caracterizam-se por apresentarem baixa toxicidade a vertebrados e a muitos artrópodes benéficos por sua ação essencialmente de ingestão, o que lhes confere um alto grau de seletividade em relação a insetos e outros artrópodes que não ingerem a folhagem tratada. A utilização

destes produtos é reportada como componente viável em programas de manejo de pragas (Narayana & Babu 1992). Estudos anteriores têm demonstrado a seletividade destes produtos a parasitóides de ovos (Bull & Coleman 1985, Zaki & Gesraha 1987, Cõnsoli *et al.* 1998, Carvalho *et al.* 2002, Carvalho *et al.* 2003)

Dentre os novos produtos lançados no mercado, spinosad é o primeiro ingrediente ativo da classe Naturalyte para o controle de insetos-praga (Salgado 1998); e este produto é indicado para o controle de algumas pragas resistentes aos inseticidas organofosforados e piretróides (Mason *et al.* 2002), usualmente considerados compostos de baixa seletividade. O modo de ação de spinosad ainda não está completamente esclarecido e os primeiros estudos indicam um efeito de contato e ingestão (Boyd & Boethel 1998). Segundo Tillman & Mulrooney (2000) spinosad é um produto viável para a conservação de inimigos naturais e para a utilização em programas de MIP, no entanto Ruberson & Tillman (1999) e Mason *et al.* (2002) obtiveram impactos negativos deste produto sobre parasitóides de ovos e larvas.

Biopesticidas são derivados de animais, plantas ou microrganismos como bactérias e fungos (Glare & O'Callaghan 1998). *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) é um dos biopesticidas mais utilizados no mundo (Alam 2000) e suas variedades são patogênicas a um grande número de pragas, incluindo lepidópteros e dípteros (Glare & O'Callaghan 1998). Quando *Bt* é ingerido pelo inseto ocorre a solubilização do cristal de proteína no intestino e a formação de proteínas chamadas delta endotoxinas (Valicente & Barreto 2003) que são tóxicas a um grande número de insetos (Valicente *et al.* 2000). Estudos anteriores demonstraram a baixa toxicidade de *Bt* a parasitóides de ovos (Hassan *et al.* 1983, Hassan 1994).

Tendo em vista os inseticidas que vêm sendo recomendados para o controle de lepidópteros desfolhadores da soja (Embrapa 2002) e que a preservação dos inimigos

naturais nos agroecossistemas é importante para auxiliar na manutenção das populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico (Carvalho *et al.* 2001), este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de quatro diferentes classes de inseticidas (Tabela 1) sobre as cinco espécies de *Trichogramma* coletadas na cultura da soja no Brasil: Para tanto, foi avaliada, 1 - a capacidade de parasitismo em ovos pulverizados com inseticidas, 2 - a emergência de adultos provenientes de ovos parasitados e pulverizados com inseticidas um e sete dias após o parasitismo, 3 - a fecundidade de fêmeas alimentadas com mel contendo os inseticidas, 4 - a persistência dos inseticidas, e 5 - a competitividade interespecífica entre duas espécies de *Trichogramma* em ovos tratados com inseticidas.

Tabela 1. Nome comercial, grupo química, ingrediente ativo e concentração dos produtos utilizados neste estudo.

Nome comercial	Grupo químico	Ingrediente ativo	Concentração (g i.a./100L de água)
Dimilin PM	Inibidor da síntese de quitina	Diflubenzuron	7,5
Match CE	Inibidor da síntese de quitina	Lufenuron	7,5
Nomolt CE	Inibidor da síntese de quitina	Teflubenzuron	7,5
Tracer CE	Naturalyte	Spinosad	12
Lorsban CE	Neurotóxico	Clorpirifós	120
Dipel CE	Biopesticida	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500*
Xentari grânulos dispersos	Biopesticida	<i>Bacillus thuringiensis</i>	500*
Dipel CE	Biopesticida	<i>Bacillus thuringiensis</i>	1000*
Xentari grânulos dispersos	Biopesticida	<i>Bacillus thuringiensis</i>	1000*

* gramas de produto comercial/100L de água

Referências Bibliográficas

- Alam, G. 2000.** A Study of biopesticides and biofertilisers in Haryana, India. Gatekeeper Series nº 93, 24p.
- Avanci, M.R.F. 2004.** Espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que ocorrem em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) no sudeste do Brasil: parasitismo natural, bioecologia, exigências térmicas e estocagem em baixas temperaturas. Tese de Doutorado, UFPR, Curitiba, 116p.
- Boyd, M.L. & D.J. Boethel. 1998.** Residual toxicity of selected insecticides to heteropteran predaceous species (Heteroptera: Lygaeidae, Nabidae, Pentatomidae) on soybean. *Environ. Entomol.* 27: 154-160.
- Bull, D.I. & R.J. Coleman. 1985.** Effects of pesticides *Trichogramma* spp. Southwest. *Entomol. Suppl.* 8: 156-168.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2001.** Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Cienc. Agrotec.* 25: 583-591.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2003.** Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F₁ e F₂ em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). *Cienc. Agrotec.* 27: 295-304.
- Carvalho, G.A., P.R. Reis, J.C. Moraes, L.C. Fuini, L.C.D. Rocha & M.M. Goussain. 2002.** Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Cienc. Agrotec.* 26: 1160-1166.

- Carvalho, G.A., P. Tironi, R.L.O. Rigitano & L.O. Salgado. 1994.** Seletividade de inseticidas reguladores do crescimento de insetos à *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 431-434.
- Castelo Branco, M. & F. França. 1995.** Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. Hortic. Bras. 13: 199-201.
- Cônsoli, F.L., J.R.P. Parra & S.A. Hassan. 1998.** Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 122: 43-47.
- Corso, I.C., D.L. Gazzoni & M.E. Nery. 1999.** Efeito de doses de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides de pragas de soja. Pesq. Agropec. Bras. 34: 1529-1538.
- Embrapa. 2002.** Tecnologias de produção de soja - Paraná 2003. Londrina: Embrapa soja, 2002. Sistema de produção/Embrapa soja, nº 2, 195p.
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.
- Foerster, L.A. 1978.** Controle químico da broca das axilas *Epinotia aporema* (Walsingham, 1914) em soja no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 7: 3-6.
- Glare, T.R. & M. O'Callaghan. 1998.** Environmental and health impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Report for the ministry of healthy. Biocontrol & Biodiversity, Grasslands Division, AgResearch, 58p.
- Guedes, R.N., J.O.G. Lima & J.C. Zanuncio. 1992.** Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrotion para *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). An. Soc. Entomol. Brasil 21: 339-346.

- Hassan, A.S. 1994.** Comparison of three different laboratory methods and one semi-field test method to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*. Bulletin-OILB-SROP. 17: 133-141.
- Hassan, S.A. & P.A. Oomen. 1985.** Integration of biological and chemical control of diseases and minor pests. In: Hussey, N.W. & N. Scopes eds.: Biological pest control. The glasshouse experience. Blandford Press Poole, Dorset, 240p.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J.U. Brown, S.I. Firth, P. Huang, M.S. Ledieu, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, G. Viggiani & A.Q. van Zon. 1983.** Results of the second joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". Z. ang. Ent. 95: 151-158.
- Hohmann, C.L. 1991.** Efeito de diferentes inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil 20: 59-65.
- Hohmann, C.L. 1993.** Efeito de alguns inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 563-567.
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.
- Imenes, S.D.L., E.C. Bergmann, A.P. Takematsu, H. Hojo & T.B. Campos. 1990.** Influência de inseticidas sobre a população de *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) e seus parasitóides em cultura de tomate (*Lycopersicum esculentum*). An. Soc. Entomol. Brasil 19: 291-299.
- Li, L.Y. 1994.** Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey. p. 37-44. In: E. Wajnberg & S.A. Hassan (eds.). Biological control with egg parasitoids. Wallingford, CAB International, 286p.

- Lundgren, J.G., G.E. Heimpel & A.S. Bomgren. 2002.** Comparison of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) augmentation with organic and synthetic pesticides for control of cruciferous Lepidoptera. *Environ. Entomol.* 31: 1231-1239.
- Mani, M. & A. Krishnamoorthy. 1986.** Susceptibility of *Telenomus remus* Nixon, an exotic parasitoid of *Spodoptera litura* (F.) to some pesticides. *Trop. Pest. Managem.* 32: 49-51.
- Mason, P.G., M.A. Erlandson, R.H. Elliott & B.J. Harris. 2002.** Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Can. Entomol.* 134: 59-68.
- Narayana, M.L. & T.R. Babu. 1992.** Evaluation of five insect growth regulators on the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hym., Trichogrammatidae) and the hatchability of *Corcyra cephalonica* Staint (Lep., Galleriidae). *J. App. Entomol.* 113: 56-60.
- Polaszek, A. & L.A. Foerster. 1997.** *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 26: 177-181.
- Rajakulendran, S.V. & F.W. Plapp Jr. 1982.** Comparative toxicities of five synthetic pyrethroids to the *tabacco* budworm (Lepidoptera: Noctuidae), an ichneumonid parasite, *Campoletis sonorensis*, and a predator, *Chrysopa carnea*. *J. Econ. Entomol.* 75: 769-772.
- Ramalho, F.S., V.L.B. Silva & F.M.M. Jesus. 1989.** Efeitos residuais de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pesq. Agropec. Bras.* 24: 315-319.

- Ruberson, J.R. & P.G. Tillman. 1999.** Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, pp. 1210-1213. *In* Proceedings. Beltwide Cotton Conference, 3-7 January 1999, New Orleans, LA. National Cotton Council, Orlando, Florida.
- Salgado, V.L. 1998.** Studies on the mode of action of spinosad; insect symptoms and physiological correlates. *Pestic. Biochem. Physiol.* 60: 91-102.
- Scholz, B.C.G., C.J. Monsour & M.P. Zalucki. 1998.** An evaluation of selective *Helicoverpa armigera* control options in sweet corn. *Austr. Journal Exp. Agric.* 38: 601-607.
- Singh, P.P. & G.C. Varma. 1986.** Comparative toxicities of some insecticides to *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae: Neuroptera) and *Trichogramma brasiliensis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera), two arthropod natural enemies of cotton pests. *Agric. Ecos. Environ.* 15: 23-30.
- Smilanick, J.M., F.G. Zalom & L.E. Ehler. 1996.** Effect of methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalus* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). *Biol. Control* 6: 193-201.
- Smith, S.M. 1996.** Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 375-406.
- Stinner, R.E. 1977.** Efficacy of inundative releases. *Annu. Rev. Entomol.* 22: 144-531.
- Suinaga, F.A., M. Picanço, J.C. Zanuncio & C.S. Bastos. 1996.** Seletividade fisiológica de inseticidas a *Podisus nigrispinus* (Dallas, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) predador de lagartas desfolhadoras de eucalipto. *Rev. Arv.* 20: 407-414.
- Tillman, P.G. & J.E. Mulrooney. 2000.** Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*,

Cardiochiles nigriceps, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. J. Econ. Entomol. 93: 1638-1643.

Tipping, P.W. & P.P. Burbutis. 1983. Some effects of pesticide residues on *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Econ. Entomol. 76: 892-896.

Valicente, F.H. & M.R. Barreto. 2003. *Bacillus thuringiensis* survey in Brazil: geographical distribution and insecticidal activity against *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). Neotrop. Entomol. 32: 639-644.

Valicente, F.H., M.R. Barreto, M.J.V. Vasconcelos, J.E.F. Figueiredo & E. Paiva. 2000. Identificação através de PCR dos genes *CryI* de cepas de *Bacillus thuringiensis* Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil 29: 147-1536.

Zaki, F.N. & H.A. Gesraha. 1987. Evaluation of zertel and diflubenzuron on biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* Westw. and the aphid lion *Chrysoperla carnea* Steph. J. Appl. Entomol. 104: 63-69.

CAPÍTULO I

**CAPACIDADE DE PARASITISMO DE CINCO ESPÉCIES DE
Trichogramma (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE
Anticarsia gemmatalis Hübner TRATADOS COM INSETICIDAS**

CAPACITY OF PARASITISM OF FIVE SPECIES OF *Trichogramma* IN HOST EGGS TREATED WITH INSECTICIDES

ABSTRACT – The side-effects of insecticides on *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto was tested by spraying host eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner with pesticide solutions and offering the treated eggs to parasitoids. Twenty eggs of *A. gemmatalis* were glued in a paper card and sprayed with lufenuron – 7.5 g a.i./100L of water, diflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, teflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, spinosad - 12 g a.i./100L of water, chlorpyrifos - 120 g a.i./100L of water and control (water). Host eggs were offered to newly emerged females of *T. pretiosum*, *T. acacioi*, *T. atopovirilia*, *T. rojasi* and *T. lasallei*. After 24 hours, females were eliminated and eggs were maintained at 25^o±1C until emergence of adults. To asses the effects of these chemicals on the parasitism of females that emerged from these eggs, females were individualized and 20 host eggs were offered daily for each female of *Trichogramma* species. Parasitism capacity of *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi* e *T. lasallei* was not affected when host eggs were sprayed with diflubenzuron, lufenuron or teflubenzuron. Parasitism capacity of *T. rojasi* was affected by application of diflubenzuron. Spinosad was harmful to all parasitoids, reducing the parasitism capacity of females. Females of all species died after contact with chlorpyrifos and did not parasitize host eggs. Spinosad delayed adult eclosion of *T. rojasi* and *T. lasallei*. Diflubenzuron, lufenuron, teflubenzuron and spinosad did not affect emergence of adults. The chitin synthesis inhibitors did not affect the parasitism capacity of the species studied. Chlorpyrifos and spinosad were harmful to *Trichogramma* species.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, velvetbean caterpillar, insecticide, selectivity.

RESUMO - Avaliou-se a capacidade de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto em parasitar ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner tratados com inseticidas. Vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas e pulverizados com lufenuron - 7,5 g.i.a./100L de água, diflubenzuron - 7,5 g i.a./100L de água, teflubenzuron – 7,5 g i.a./100L de água, spinosad - 12 g i.a./100L de água, clorpirifós - 120 g i.a./100L de água e testemunha (água). Os ovos foram ofertados às fêmeas de cada uma das espécies. Após 24 horas, as fêmeas foram eliminadas e os ovos mantidos a $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Para a avaliação da capacidade de parasitismo das fêmeas emergidas de ovos tratados com inseticidas, fêmeas foram individualizadas e 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para cada fêmea de uma das espécies de *Trichogramma*. A fecundidade das fêmeas emergidas dos ovos tratados também foi verificada. A capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi* e *T. lasallei* não foi reduzida quando os ovos de *A. gemmatalis* foram pulverizados com diflubenzuron, lufenuron ou teflubenzuron. A capacidade de parasitismo de *T. rojasi* foi reduzida com a aplicação de diflubenzuron. Spinosad foi tóxico a todos os parasitóides avaliados, reduzindo a capacidade de parasitismo das fêmeas. As fêmeas de todas as espécies estudadas morreram logo após o contato com clorpirifós e não foram capazes de parasitar os ovos ofertados. Somente o inseticida spinosad provocou prolongamento no tempo de desenvolvimento de *T. rojasi* e *T. lasallei* quando comparado à testemunha. Os inseticidas diflubenzuron, lufenuron, teflubenzuron e spinosad não afetaram a emergência das espécies de parasitóides estudadas. Adultos das espécies de *Trichogramma* que emergiram de ovos hospedeiros tratados com inibidores da síntese de quitina não tiveram a capacidade de parasitismo afetada pelos produtos. Os inseticidas clorpirifós e spinosad apresentaram pouca ou nenhuma seletividade aos parasitóides testados.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, lagarta da soja, inseticida, seletividade.

Introdução

A implementação de programas de manejo integrado de pragas (MIP) vem favorecendo a atividade de parasitóides de ovos, os quais passaram a desempenhar um papel de maior relevância no controle das espécies fitófagas. Muitas espécies do gênero *Trichogramma* vêm sendo utilizadas em programas de controle integrado de pragas agrícolas em várias partes do mundo (Smith 1996).

O sucesso de liberações de espécies de *Trichogramma* requer a integração entre a liberação com outras medidas de controle (Smith 1994), entre as quais se destacam os inseticidas pelo rápido controle da praga. O efeito de produtos químicos sobre inimigos naturais tem sido avaliado tanto em experimentos de laboratório (Guedes *et al.* 1992, Hassan 1994, Boyd & Boethel 1998, Tillman & Mulrooney 2000, Carvalho *et al.* 2001b, Takada *et al.* 2001) como de campo (Matrangolo *et al.* 1987, Ramalho *et al.* 1989, Smilanick *et al.* 1996, Sohi *et al.* 1997, Scholz *et al.* 1998).

As informações ainda são controversas em relação à resposta de espécies de *Trichogramma* aos inseticidas inibidores da síntese de quitina. Trabalhos anteriores demonstraram que a aplicação de diflubenzuron, lufenuron ou teflubenzuron sobre ovos hospedeiros, não afetou a capacidade de parasitismo de *Trichogramma chilonis* Ishii (Arora *et al.* 1993) e de *Trichiogramma pretiosum* Riley (Carvalho *et al.* 1994, Ciociola *et al.* 1999). Por outro lado Franz *et al.* (1980) e Zaki & Gesraha (1987) relataram o efeito tóxico de diflubenzuron sobre *Trichogramma evanescens* Westwood. Narayana & Babu (1992) relataram que as informações ainda são controversas em relação à resposta de espécies de *Trichogramma* a diflubenzuron, e Hatting & Tate (1995) sugeriram que o uso de inibidores da síntese de quitina em programas de MIP seja restrito devido ao seu efeito prejudicial para os inimigos naturais.

Em estudos realizados com inseticidas organofosforados constataram o efeito tóxico sobre os estágios imaturos e adulto de *T. pretiosum* (Hohmann 1991) *Trichogramma japonicum* Ashmead (Lahshmi *et al.* 1997), *Trichogramma platneri* Nagarkatti (Brunner *et al.* 2001), *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hewa-Kapuge *et al.* 2003). Hohmann (1993) constatou redução no parasitismo quando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) tratados com clorpirifós foram ofertados ao parasitismo por *T. pretiosum*.

Existem alguns trabalhos onde o efeito de spinosad sobre *Trichogramma* spp. (Cônsoli *et al.* 1998, Ruberson & Tillman 1999, Scholz & Zalucki 2000, Suh *et al.* 2000) foi avaliado, embora seja um produto novo. Cônsoli *et al.* (1998) constataram que spinosad causou efeito adverso sobre a longevidade, capacidade reprodutiva e estágios imaturos de *Trichogramma galloi* Zucchi.

Considerando que um complexo de espécies de *Trichogramma* foi registrado na cultura da soja no sul do Brasil (Hohmann *et al.* 1989, Polaszek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999, Avanci 2004), e que os trabalhos disponíveis na literatura foram realizados apenas com *T. pretiosum*, o presente estudo teve por objetivo comparar a capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*, *Trichogramma. acacioi* Brum, Moraes & Soares e de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto em ovos tratados com inseticidas, assim como avaliar a fecundidade das fêmeas emergidas dos ovos tratados, uma vez que alguns inimigos naturais podem sobreviver a aplicações iniciais e posteriormente serem afetados na capacidade de parasitismo e de localização do hospedeiro (Atallah & Newsom 1966).

Material e Métodos

ORIGEM DO HOSPEDEIRO E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *Anticarsia gemmatalis* Hübner e seus parasitóides *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi*, *T. rojasi* e *T. lasallei* foram coletados anualmente na Fazenda Experimental Gralha Azul, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná. A fazenda situa-se no Município de Fazenda Rio Grande –PR, cerca de 35 Km de Curitiba, entre as coordenadas geográficas: Latitude 25°37'32" S e 25°41'33" S; Longitude 49°15'29" W e 49°17'27" W. A área total da fazenda é de 850 hectares. Sendo que 360 hectares são de culturas anuais, como milho, soja e trigo e 406,8 hectares são de Floresta Ombrófila Mista.

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

A criação de *A. gemmatalis* foi realizada em sala climatizada a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Os adultos foram mantidos em gaiolas de vidro de 45 cm x 33 cm x 35 cm, com aberturas nas laterais recobertas com tela para a ventilação, e uma abertura superior para manipulação. Os adultos foram alimentados com dieta descrita por Hoffmann-Campo *et al.* (1985). As oviposições foram realizadas em placas de acrílico que forraram o interior da gaiola; diariamente os ovos foram retirados das placas com auxílio de uma escova. Aproximadamente 100 ovos foram colados em uma tira de fita adesiva e mantidos em copo plástico de 50 ml, contendo no fundo dieta artificial modificada de Greene *et al.* (1976). As lagartas foram mantidas nestas condições até atingirem aproximadamente 1,5 cm, quando então foram transferidas de duas em duas para recipientes de polietileno de 7 cm de altura por 4 cm de diâmetro contendo no fundo dieta artificial. Na fase de pré-pupa foram transferidas para vermiculita, onde permaneceram até a fase de pupa. As pupas foram retiradas e transferidas para placas de Petri. Um dia antes da emergência, as pupas foram transferidas para a gaiola de reprodução.

Os parasitóides foram mantidos em câmara climatizada a $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Três vezes por semana, cerca de 400 ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas de cartolina azul de 0,5 x 4,0 cm e colocados em tubos de vidro de 1,0 x 10 cm, juntamente com fêmeas previamente copuladas de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi*, *T. rojasi* e *T. lasallei*. As cartelas com os ovos parasitados foram mantidas nos tubos, com tiras de papel-filtro umedecidas em dias alternados. Os adultos emergidos foram alimentados com filetes de mel.

Para renovação das criações em laboratório, coletas de campo com frequência semanal foram realizadas durante a safra de soja no sul do Paraná, na Fazenda Experimental Gralha Azul, pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Paraná, localizada no Município de Fazenda Rio Grande, PR.

EXPERIMENTO

Em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas, vinte ovos de *A. gemmatalis* foram aderidos em cartelas de cartolina azul (0,5 cm x 2,5 cm) com auxílio de água. Trinta cartelas por tratamento foram pulverizadas com lufenuron (Match – inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, diflubenzuron (Dimilin - inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, teflubenzuron (Nomolt - inibidor da síntese de quitina) – 7,5 g i.a./ha, spinosad (Tracer – Naturalyte) - 12 g i.a./ha, clorpirifós (Lorsban - neurotóxico) - 120 g i.a./ha e testemunha (água), utilizando-se um pulverizador manual com capacidade de 1,5 litros. As cartelas foram mantidas em temperatura ambiente para secarem por duas horas, em temperatura ambiente, e em seguida foram individualizadas em tubos de vidro de 1,0 cm x 10 cm, com um casal de uma das espécies, as quais foram alimentadas com filetes de mel. Após um período de 24 horas para o parasitismo, foi verificada a sobrevivência das fêmeas e estas foram eliminadas. Os ovos foram mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a

emergência dos adultos. Foram realizadas seis repetições por tratamento. Registrou-se o número de ovos parasitados, de adultos produzidos, a data de sua emergência e a razão sexual.

Para a avaliação da capacidade de parasitismo das fêmeas emergidas de ovos tratados com os inseticidas, vinte e quatro horas após a emergência, fêmeas foram individualizadas em tubos de vidro de 1,0 cm x 10 cm e alimentadas com mel por um período de dois dias consecutivos, sendo que neste período 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para cada fêmea de uma das espécies de *Trichogramma*. Os ovos ofertados foram mantidos em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Foram realizadas seis repetições por inseticida e por espécie. Registrou-se o número de ovos parasitados por fêmea e de adultos produzidos. Para a análise estatística, o número de ovos parasitados por fêmea no primeiro e segundo dias foram somados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

Resultados e Discussão

A capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi* e *T. lasallei* apresentou-se estatisticamente igual à testemunha quando os ovos de *A. gemmatalis* foram pulverizados com diflubenzuron, lufenuron ou teflubenzuron (Tabela 1). Resultados semelhantes utilizando *T. pretiosum* foram obtidos por House *et al.* (1980) e Hagley & Laing (1989) para diflubenzuron, Carvalho *et al.* (2001a) para teflubenzuron, Carvalho *et al.* (1994) e Ciociola *et al.* (1999) para diflubenzuron e teflubenzuron. Arora *et al.* (1993) também não constataram efeito adverso de inibidores da síntese de quitina sobre a capacidade de parasitismo de *T. chilonis*. A capacidade de parasitismo de *T. rojasi* foi reduzida pela aplicação de diflubenzuron (Tabela 1); este mesmo efeito ovicida de

diflubenzuron foi constatado por Zaki & Gesraha (1987) com *T. evanescens* e por Narayana & Babu (1992) com *T. chilonis*.

A aplicação de spinosad sobre ovos hospedeiros e posterior oferta aos parasitóides provocou, no período de 24 horas, 100% de mortalidade das fêmeas das cinco espécies estudadas (Figura 1) e conseqüente redução no parasitismo dos ovos (Tabela 1). Cònsoli *et al.* (1998) verificaram que a capacidade de parasitismo de *T. galloi* foi grandemente afetada por spinosad e atribuíram o efeito tóxico a uma ação de contato ou até mesmo de ingestão do produto. A utilização de fluidos do ovo hospedeiro por fêmeas de *Trichogramma* durante o processo de parasitismo é comum e já foi relatada por Klomp & Teerink (1962). Outros autores também verificaram mortalidade de *Trichogramma* spp. superior a 80% após contato dos adultos com spinosad (Ruberson & Tillmann 1999, Suh *et al.* 2000, Mason *et al.* 2002).

Tabela 1. Número de ovos (Média \pm E.P.) de *Anticarsia gemmatalis* parasitados por fêmeas de *Trichogramma* spp. tratados com inseticidas antes do parasitismo.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	13,7 \pm 1,37 aA	17,8 \pm 0,88 aA	13,7 \pm 0,99 aA	14,6 \pm 1,80 aA	13,5 \pm 1,43 aA
Diflubenzuron	15,9 \pm 1,32 aAB	19,3 \pm 0,21 aA	14,7 \pm 0,97 aAB	4,0 \pm 2,10 bC	11,4 \pm 0,53 aB
Lufenuron	16,0 \pm 2,87 aA	19,0 \pm 0,26 aA	14,2 \pm 1,81 aA	18,5 \pm 0,22 aA	17,3 \pm 0,95 aA
Teflubenzuron	12,3 \pm 1,34 aA	17,0 \pm 0,97 aA	13,8 \pm 0,91 aA	15,0 \pm 1,19 aA	14,3 \pm 1,60 aA
Spinosad	4,0 \pm 1,12 bA	3,5 \pm 1,45 bA	5,0 \pm 1,03 bA	3,0 \pm 1,30 bA	0,5 \pm 0,22 bA
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

As fêmeas de todas as espécies estudadas morreram logo após o contato com clorpirifós (Figura 1) e não foram capazes de parasitar os ovos ofertados (Tabela 1). A alta toxicidade de clorpirifós sobre *T. pretiosum* também foi constatada por Hohmann (1993) que observou níveis de parasitismo inferiores a 7% quando o inseticida foi aplicado sobre ovos hospedeiros. Lakshmi *et al.* (1997) obtiveram apenas 0,8% de parasitismo de *T. japonicum* com a aplicação de clorpirifós sobre ovos hospedeiros e os parasitóides não emergiram. Delpuech & Meyet (2003) constataram que fêmeas de *T. brassicae*, em contato com a LD₂₀ de clorpirifós, parasitaram significativamente menos ovos de *A. kuehniella* e ocorreu menor número de adultos emergidos em relação à testemunha. Brunner *et al.* (2001) concluíram que os inseticidas organofosforados e carbamatos apresentaram pequena ou nenhuma seletividade aos adultos de *T. platneri* em contato com os produtos pulverizados sobre folhas. A alta toxicidade dos organofosforados a agentes de controle biológico foi relatada por Croft (1990), que atribui a baixa seletividade destes compostos ao seu amplo espectro de ação.

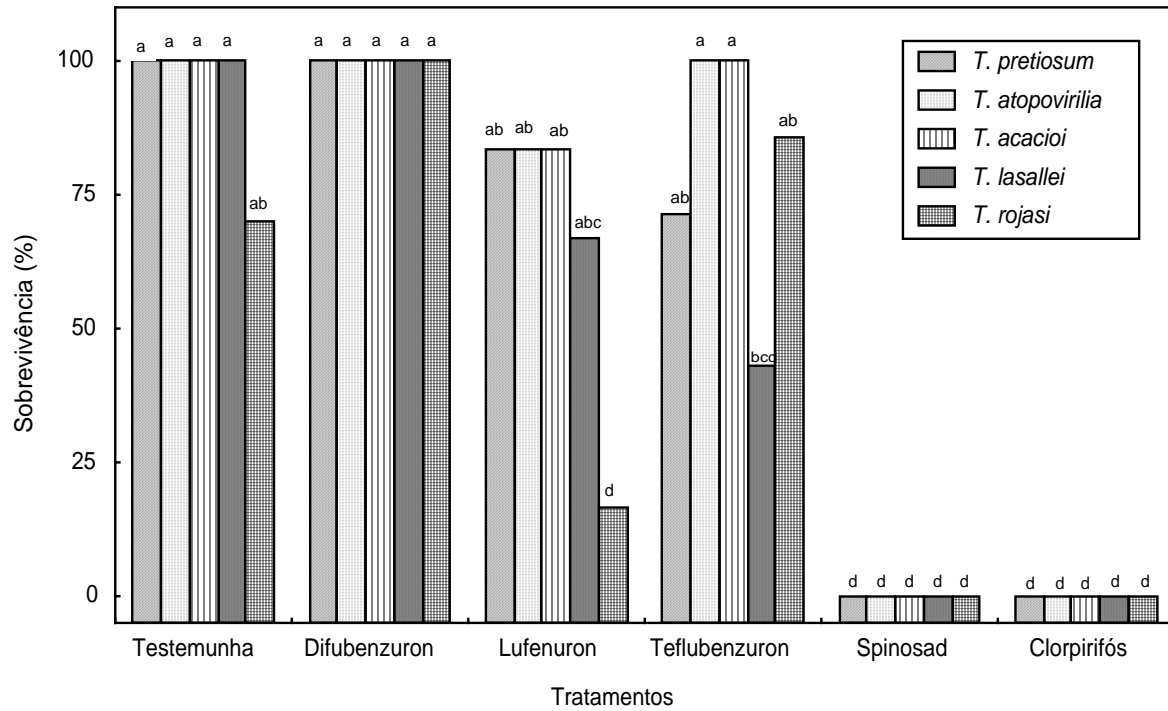


Figura 1. Sobrevivência após 24 horas (%) de fêmeas de *Trichogramma* spp. após receberem ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com diferentes inseticidas.

A duração do ciclo evolutivo das espécies de *Trichogramma* avaliadas variou de 8,8 a 10,1 dias (Tabela 2). Spinosad causou um prolongamento no tempo de desenvolvimento de *T. lasallei* quando comparado à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Tempo de desenvolvimento em dias (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com inseticidas antes do parasitismo.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	9,4 \pm 0,20 aB	9,1 \pm 0,14 abB	10,1 \pm 0,17 aA	9,1 \pm 0,14 bB	8,8 \pm 0,14 bC
Diflubenzuron	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 bB	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 bB	9,0 \pm 0,00 bB
Lufenuron	9,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 bA	9,0 \pm 0,00 bA	9,0 \pm 0,00 bA	9,0 \pm 0,00 bA
Teflubenzuron	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 bB	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 bB	9,0 \pm 0,00 bB
Spinosad	9,2 \pm 0,20 aB	9,7 \pm 0,33 aAB	10,0 \pm 0,00 aA	9,5 \pm 0,50 aB	10,0 \pm 0,00 aA
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

As cinco espécies de *Trichogramma* emergiram quando os ovos foram tratados com diflubenzuron, lufenuron, teflubenzuron e spinosad (Tabela 3). Arora *et al.* (1993), Ciociola *et al.* (1999), Carvalho *et al.* (2001a) também reportaram que inibidores da síntese de quitina não afetaram a emergência de *T. pretiosum*. Os inseticidas lufenuron e teflubenzuron reduziram o número de parasitóides emergidos de *T. pretiosum* em relação à testemunha (Tabela 3). Diflubenzuron reduziu significativamente o número de parasitóides emergidos de *T. rojasi* (Tabela 3). Reduções nas taxas de emergência devido à aplicação de inibidores da síntese de quitina foram observadas por Zaki & Gesraha (1987) para *T. evanescens* e Carvalho *et al.* (1994) para *T. pretiosum*.

Spinosad causou redução na emergência de todas as espécies de *Trichogramma* quando comparado ao número de ovos parasitados (Tabelas 1 e 3). A razão sexual da progênie não foi afetada pelos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 3. Número de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com inseticidas antes do parasitismo.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	31,3 \pm 3,48 aAB	37,8 \pm 1,92 aA	23,5 \pm 1,62 aB	24,4 \pm 3,09 aB	27,2 \pm 3,16 aAB
Diflubenzuron	32,3 \pm 3,12 aAB	38,2 \pm 0,87 aA	22,7 \pm 1,67 aB	6,8 \pm 3,67 bC	20,8 \pm 1,37 aB
Lufenuron	22,2 \pm 4,90 bB	37,0 \pm 1,37 aA	24,6 \pm 4,45 aAB	33,7 \pm 1,05 aAB	25,8 \pm 1,89 aAB
Teflubenzuron	18,3 \pm 2,26 bB	35,3 \pm 2,07 aA	28,1 \pm 3,43 aAB	27,3 \pm 2,71 aAB	28,9 \pm 3,40 aAB
Spinosad	4,0 \pm 1,51 bA	1,0 \pm 0,63 bA	2,8 \pm 0,98 bA	0,8 \pm 0,58 bA	0,3 \pm 0,33 aA
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 4. Razão sexual (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. emergidos de ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com inseticidas antes do parasitismo.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	0,56 \pm 0,11 aA	0,82 \pm 0,02 aA	0,54 \pm 0,16 aA	0,61 \pm 0,16 aA	0,58 \pm 0,14 abA
Diflubenzuron	0,56 \pm 0,13 aA	0,82 \pm 0,05 aA	0,78 \pm 0,09 aA	0,34 \pm 0,14 aA	0,50 \pm 0,00 abA
Lufenuron	0,78 \pm 0,04 aA	0,54 \pm 0,14 aA	0,63 \pm 0,12 aA	0,84 \pm 0,03 aA	0,78 \pm 0,03 aA
Teflubenzuron	0,63 \pm 0,10 aA	0,69 \pm 0,12 aA	0,50 \pm 0,14 aA	0,83 \pm 0,04 aA	0,68 \pm 0,11 aA
Spinosad	0,36 \pm 0,15 aAB	0,45 \pm 0,20 aAB	0,62 \pm 0,15 aA	0,33 \pm 0,21 aAB	0,08 \pm 0,08 bA
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Adultos das espécies de *Trichogramma* que emergiram de ovos hospedeiros tratados com inibidores da síntese de quitina não tiveram a capacidade de parasitismo afetada (Tabela 5). Também não foram constatadas diferenças estatísticas em relação à emergência dos parasitóides em relação à testemunha (Tabela 6). Resultados

semelhantes foram obtidos por Carvalho *et al.* (1994, 2003). Não foram constadas diferenças estatísticas na razão sexual com exceção do tratamento com lufenuron para *T. pretiosum* onde a razão sexual foi três vezes menor que a testemunha (Tabela 7).

Os inseticidas clorpirifós e spinosad apresentaram pouca ou nenhuma seletividade aos parasitóides testados. Os inibidores da síntese de quitina foram mais seletivos os parasitóides, no entanto diflubenzuron afetou a capacidade de parasitismo de *T. rojasi*, e teflubenzuron reduziu significativamente o número de adultos de *T. pretiosum* emergidos. Brunner *et al.* (2001) ressaltaram que conclusões sobre os inibidores de quitina e a conservação de inimigos naturais devam ser estudadas caso a caso, pois como verificado neste trabalho,

Tabela 5. Número de ovos (Média \pm E.P.) de *Anticarsia gemmatalis* parasitados em dois dias por fêmeas de *Trichogramma* spp. emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	27,3 \pm 2,33 aAB	31,7 \pm 5,35 abA	16,0 \pm 2,67 aB	14,1 \pm 1,26 aB	23,7 \pm 4,02 aAB
Diflubenzuron	30,8 \pm 2,61 aA	36,3 \pm 0,88 abA	12,5 \pm 2,47 aB	13,0 \pm 2,77 aB	22,5 \pm 2,17 aAB
Lufenuron	27,3 \pm 2,27 aAB	30,3 \pm 6,09 bA	16,0 \pm 2,67 aB	16,3 \pm 2,43 aB	25,0 \pm 1,95 aAB
Teflubenzuron	31,1 \pm 1,26 aAB	35,6 \pm 2,15 aA	21,4 \pm 1,15 aBC	19,3 \pm 2,06 aC	20,6 \pm 1,53 aBC
Spinosad	-	-	-	-	-
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 6. Número de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *Trichogramma spp.* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* parasitados por fêmeas de *Trichogramma spp.* emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	48,0 \pm 4,49 aA	53,0 \pm 7,97 aA	22,2 \pm 5,13 abB	28,6 \pm 2,32 aB	22,7 \pm 3,93 aB
Diflubenzuron	62,5 \pm 6,97 aA	68,8 \pm 1,30 aA	17,5 \pm 3,91 bB	20,5 \pm 4,31 aB	33,17 \pm 2,50 aB
Lufenuron	48,5 \pm 5,57 aA	51,0 \pm 10,46 aA	24,2 \pm 4,34 abB	19,8 \pm 3,28 aB	25,6 \pm 3,50 aB
Teflubenzuron	46,3 \pm 3,22 aB	67,0 \pm 4,76 aA	38,0 \pm 1,68 aB	32,7 \pm 2,35 aB	29,7 \pm 1,30 aB
Spinosad	-	-	-	-	-
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 7. Razão sexual (Média \pm E.P.) de *Trichogramma spp.* emergidos de ovos de *Anticarsia gemmatalis* parasitados por fêmeas de *Trichogramma spp.* emergidas de ovos pulverizados com inseticidas.¹

Inseticida	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. acacioi</i>	<i>T. rojasi</i>	<i>T. lasallei</i>
Testemunha	0,85 \pm 0,36 aA	0,85 \pm 0,02 aA	0,55 \pm 0,14 aA	0,87 \pm 0,01 aA	0,61 \pm 0,10 aA
Diflubenzuron	0,62 \pm 0,13 abA	0,66 \pm 0,09 aA	0,65 \pm 0,16 aA	0,69 \pm 0,14 aA	0,81 \pm 0,03 aA
Lufenuron	0,27 \pm 0,17 bB	0,69 \pm 0,14 aA	0,45 \pm 0,15 aA	0,73 \pm 0,08 aA	0,76 \pm 0,02 aA
Teflubenzuron	0,45 \pm 0,13 abA	0,52 \pm 0,17 aA	0,54 \pm 0,14 aA	0,61 \pm 0,16 aA	0,81 \pm 0,02 aA
Spinosad	-	-	-	-	-
Clorpirifós	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Literatura Citada

- Arora, R., J.S. Gill & G.C. Varma. 1993.** Adverse effect of a chitin synthesis inhibitor, diflubenzuron on *Chrysoperla carnea* (Stephens) and *Trichogramma chilonis* Ishii. J. Insect Sci. 6: 279-280
- Atallah, Y.H & L.L. Newson. 1966.** Ecological and nutritional studies on *Coleomegilla maculata* De Geer (Coleoptera: Coccinellidae). III. The effects of DDT, toxaphene, and endrin on the reproductive and survival potentials. J. Econ. Entomol. 59: 1181-1187.
- Avanci, M.R.F. 2004.** Espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que ocorrem em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) no sudeste do Brasil: parasitismo natural, bioecologia, exigências térmicas e estocagem em baixas temperaturas. Tese de Doutorado, UFPR, Curitiba, 116p.
- Boyd, M.L. & D.J. Boethel. 1998.** Residual toxicity of selected insecticides to heteropteran predaceous species (Heteroptera: Lygaeidae, Nabidae, Pentatomidae) on soybean. Environ. Entomol. 27: 154-160.
- Brunner, J.F., J.E. Dunley, M.D. Doerr & E.H. Beers. 2001.** Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. J. Econ. Entomol. 94: 1075-1084.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2001a.** Impacto de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro na fase adulta de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cienc. Agrotec. 25: 560-568.

- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2001b.** Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cienc. Agrotec. 25: 583-591.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2003.** Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F₁ e F₂ em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). Cienc. Agrotec. 27: 261-270.
- Carvalho, G.A., P. Tironi, R.L.O. Rigitano & L.O. Salgado. 1994.** Seletividade de inseticidas reguladores do crescimento de insetos à *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil 23: 431-434.
- Ciociola, J.A.L., L.C. Diniz, M.S. Zacarias & A.R. Carvalho. 1999.** Impacto de inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cienc. Agrotec. 23: 589-592.
- Cônsoli, F.L., J.R.P. Parra & S.A. Hassan. 1998.** Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Entomol. 122: 43-47.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod biological control agents and pesticides. Wiley, New York, 723p.
- Delpuech, J.M. & J. Meyet. 2003.** Reduction in the sex ratio of the progeny of a parasitoid (*Trichogramma brassicae*) surviving the insecticide chlorpyrifos. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 45: 203-208.
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.

- Franz, J.M., H. Bogenschütz, S.A. Hassan, P. Huang, E. Naton, H. Suter & G. Viggiani. 1980.** Results of a joint pesticide testing program by working group: Pesticide and Beneficials Arthropods. *Entomophaga* 25, 231-236.
- Greene, G.L., N.C. Leppla & W.A. Dickerson. 1976.** Velvetbean caterpillar: rearing procedure and artificial medium. *J. Econ. Entomol.* 69: 487-488.
- Guedes, R.N., J.O.G. Lima & J.C. Zanuncio. 1992.** Seletividade dos inseticidas deltametrina, fenvalerato e fenitrothion para *Podisus connexivus* Bergroth, 1891 (Heteroptera: Pentatomidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 21: 339-346.
- Hagley, E.A.C. & J.E. Laing. 1989.** Effect of pesticides on parasitism of artificially distributed eggs of the codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) by *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Proc. Entomol. Soc. Ont.* 120: 25-33
- Hassan, A.S. 1994.** Comparison of three different laboratory methods and one semi-field test method to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*. *Bulletin-OILB-SROP.* 17: 133-141.
- Hatting, V. & B. Tate. 1995.** Effects of field-weathered residues of insect growth regulators of some Coccinellidae (Coleoptera) of economic importance as biocontrol agents. *Bull. Entomol. Res.* 85: 489-493.
- Hewa-Kapuge, S., S. Mcdougall & A.A. Hoffmann. 2003.** Effects of methoxyfenozide, indoxacarb, and other insecticides on the beneficial egg parasitoid *Trichogramma nr. brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) under laboratory and field conditions. *J. Econ. Entomol.* 96: 1083-1090.
- Hoffmann-Campo, C.B., E.B Oliveira & F. Moscardi. 1985.** Criação massal da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*). Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 22p.

- Hohmann, C.L. 1991.** Efeito de diferentes inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil 20: 59-65.
- Hohmann, C.L. 1993.** Efeito de alguns inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 563-567.
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 18: 203-206.
- House, V.S., J.R. Ables, R.K. Morrison & D.L. Bull. 1980.** Effect of diflubenzuron formulations on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. The Southwest. Entomol. 5: 133-138.
- Klomp, H. & B.J. Teerink 1962.** Host selection and number of eggs per oviposition in the egg-parasite *Trichogramma embryophagum*. Nature 195: 1020-1021.
- Lakshmi, V.J., G. Katti, N.V. Krishnaiah & T. Lingaiah. 1997.** Laboratory evaluation of commercial neem formulations vis-à-vis insecticides against egg parasitoid, *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Biol. Control 11: 29-32.
- Mason, P.G., M.A. Erlandson, R.H. Elliott & B.J. Harris. 2002.** Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). Can. Entomol. 134: 59-68.
- Matrangolo Jr., E., L.A. Gavioli, S. Gravena, F.C. Moretti & N.K. Otake. 1987.** Integração de diflubenzuron com artrópodes predadores de ocorrência natural para o manejo do “curuquerê do algodoeiro” *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera, Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil 16: 5-18.
- Narayana, M.L. & T.R. Babu. 1992.** Evaluation of five insect growth regulators on the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hym., Trichogrammatidae) and the

- hatchability of *Corcyra cephalonica* Staint (Lep., Galleriidae). J. App. Entomol. 113: 56-60.
- Polaszek, A. & L.A. Foerster. 1997.** *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil 26: 177-181.
- Ramalho, F.S., V.L.B. Silva & F.M.M. Jesus. 1989.** Efeitos residuais de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Pesq. Agropec. Bras. 24: 315-319.
- Ruberson, J.R. & P.G. Tillman. 1999.** Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, pp. 1210-1213. In Proceedings. Beltwide Cotton Conference, 3-7 January 1999, New Orleans, LA. National Cotton Council, Orlando, Florida.
- Scholz, B.C.G. & M.P. Zalucki. 2000.** The effects of two new insecticides on the survival of adult *Trichogramma pretiosum* Riley in sweet corn. In: A.D. Austing & m. Dowton (eds), Hymenoptera: evolution, biology and biological control. CSIRO Publishing, 468p.
- Scholz, B.C.G., C.J. Monsour & M.P. Zalucki. 1998.** An evaluation of selective *Helicoverpa armigera* control options in sweet corn. Austr. J. Exp. Agric. 38: 601-607.
- Smilanick, J.M., F.G. Zalom & L.E. Ehler. 1996.** Effect of methamidophos residue on the pentatomid egg parasitoids *Trissolcus basalus* and *T. utahensis* (Hymenoptera: Scelionidae). Biol. Control 6: 193-201.
- Smith, S.M. 1994.** Methods and timing of releases of *Trichogramma* to control lepidopterous pests. In: Wajnberg, E. & Hassan, S. A. (eds), Biological control with egg parasitoids. CAB international, 285p.

- Smith, S.M. 1996.** Biological control with *Trichogramma*: advances, successes, and potential of their use. *Annu. Rev. Entomol.* 41: 375-406.
- Sohi, A.S, H.S. Mann, J. Singh, K.S. Brar & M. Shenbmar. 1997.** Effect of insecticides on the emergence of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera : Trichogrammatidae), an egg parasitoid of cotton bollworms. *J. Res. Punjab agric. Univ.* 34: 153-155.
- Suh, C.P., D.B. Orr & J.W. Van-Duyn. 2000.** Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. *J. Econ. Entomol.* 93: 577-583.
- Takada, Y., S. Kawamura, & T. Tanaka. 2001.** Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 1340-1343.
- Tillman, P.G. & J.E. Mulrooney. 2000.** Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *J. Econ. Entomol.* 93: 1638-1643.
- Zaki, F.N. & H.A. Gesraha. 1987.** Evaluation of zertel and diflubenzuron on biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* Westw. and the aphid lion *Chrysoperla carnea* Steph. *J. Appl. Entomol.* 104: 63-69.

CAPÍTULO II

**EFEITO DE INSETICIDAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO,
EMERGÊNCIA E CAPACIDADE DE PARASITISMO DE *Trichogramma*
spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

SIDE-EFFECTS OF INSECTICIDES ON DEVELOPMENT, EMERGENCE AND PARASITISM OF *Trichogramma* spp (HYMENOPTERA:TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT – Development, emergence and parasitism of *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. acacioi* Brum, Moraes & Soares, *T. atopovirilia* Oatman & Platner, *T. rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) and *T. lasallei* Pinto were determined in eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner sprayed with insecticides at one and seven days after parasitism. Twenty host eggs were glued in paper card and offered to parasitism by two females. One and seven days after parasitism host eggs were sprayed with lufenuron – 7.5 g a.i./100L of water, diflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, teflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, spinosad - 12 g a.i./100L of water, chlorpyrifos - 120 g a.i./100L of water and control (water). To evaluate the effects of the insecticides on generation F₁ after adult's emergence, females were individualized and 20 host eggs were offered daily for two days. The developmental time of the five species was not affected by chitin synthesis inhibitors; however the development of *T. atopovirilia* was delayed by one day with spinosad application in host eggs seven days old. Only *T. pretiosum* emerged from eggs treated with chlorpyrifos one and seven days after parasitism. The emergence was not affect by diflubenzuron. Lufenuron decreased the emergence of *T. pretiosum* and teflubenzuron decreased the emergence of *T. pretiosum* and *T. rojasi* when applied in host eggs one day after parasitism. Emergence of all species studied was reduced by spinosad. Generation F₁ was not affect by diflubenzuron, lufenuron and teflubenzuron. The results showed that diflubenzuron was harmless and chlorpyrifos was harmful to the *Trichogramma* species evaluated.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, velvetbean caterpillar, insecticide, selectivity

RESUMO –. Determinou-se o tempo de desenvolvimento, emergência e capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. acacioi* Brum, Moraes & Soares, *T. atopovirilia* Oatman & Platner, *T. rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *T. lasallei* Pinto em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner pulverizados com inseticidas um e sete dias após o parasitismo. Vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas e ofertadas ao parasitismo, por duas fêmeas de cada uma das espécies. Um e sete dias após o parasitismo os ovos foram pulverizados com lufenuron - 7,5 g i.a./100L de água, diflubenzuron - 7,5 g i.a./100L de água, teflubenzuron – 7,5 g i.a./100L de água, spinosad - 12 g i.a./100L de água, clorpirifós - 120 g i.a./100L de água e testemunha (água). Para avaliação do efeito dos produtos sobre os indivíduos da geração F₁, após a emergência dos adultos fêmeas foram individualizadas e 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para cada fêmea durante dois dias. O tempo de desenvolvimento das cinco espécies não foi afetado pela aplicação dos inibidores da síntese de quitina e de spinosad quando pulverizados um e sete dias após o parasitismo, com exceção de *T. atopovirilia* que teve seu tempo de desenvolvimento aumentado de nove para dez dias com a aplicação de spinosad sete dias após o parasitismo. Somente *T. pretiosum* emergiu de ovos tratados com clorpirifós um e sete dias após o parasitismo. A aplicação de diflubenzuron sobre ovos com um e sete dias de parasitismo não afetou a porcentagem de emergência das espécies estudadas quando comparado com a testemunha. A aplicação de lufenuron provocou redução na emergência de adultos de *T. pretiosum* no tratamento um dia após o parasitismo. A porcentagem de emergência de *T. pretiosum* e *T. rojasi* foi reduzida pela aplicação de teflubenzuron um dia após o parasitismo. A emergência de todas as espécies estudadas foi reduzida com a aplicação de spinosad um e sete dias após o parasitismo. A capacidade de parasitismo e a porcentagem de emergência de fêmeas das cinco espécies de parasitóides que emergiram de ovos tratados com os inseticidas diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron não foram afetadas. Os inseticidas diflubenzuron e clorpirifós foram, respectivamente, o mais e o menos seletivo.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, lagarta da soja, inseticida, seletividade.

Introdução

No Brasil a soja é cultivada em mais de 14 milhões de hectares; a principal praga desfolhadora é a lagarta *Anticarsia gemmatalis* Hübner e a maioria das aplicações de inseticidas são direcionadas a este inseto (Sosa-Gómez *et al.* 2003). Segundo Foerster & Butnariu (2004) apesar do grande número de espécies de parasitóides e predadores que se alimentam de todos os estágios imaturos de *A. gemmatalis*, os inseticidas continuam sendo o principal método de controle desta praga.

Parasitóides do gênero *Trichogramma* estão distribuídos em todo o mundo e são importantes como agentes de controle natural de lepidópteros-praga em uma grande quantidade de culturas (Hassan *et al.* 1998). A preservação desses organismos nos agroecossistemas é importante para auxiliar na manutenção das populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico (Carvalho *et al.* 2001). No entanto, tradicionalmente, a integração de *Trichogramma* spp. e inseticidas no manejo de insetos fitófagos têm sido considerado impraticável devido à susceptibilidade das espécies de *Trichogramma* aos compostos (Jacobs *et al.* 1984).

Apesar de estudos de parasitóides de ovos de *A. gemmatalis* serem recentes no Brasil (Foerster & Butnariu 2004), já foram constatadas sete espécies de parasitóides de ovos, sendo cinco pertencentes ao gênero *Trichogramma*, uma espécie de Aphelinidae (*Encarsia porteri* Mercet) e uma espécie de Scelionidae (*Telenomus cyamophylax* Polaszek) (Hohmann *et al.* 1989, Polaszek & Foerster 1997, Foerster & Avanci 1999, Avanci 2004). Segundo Torres & Ruberson (2004) a conservação dos agentes de controle, que ocorrem naturalmente, freqüentemente é limitada pela incompatibilidade entre inseticidas e inimigos naturais. Além disso, para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de pragas (MIP) com sucesso é necessário o conhecimento da

seletividade de diferentes inseticidas sobre o complexo de inimigos naturais que ocorrem em um agroecossistema (Mani & Krishnamoorthy 1986).

Segundo Carvalho *et al.* (2001) a associação do método químico com o biológico é importante para o controle de pragas, 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 métodos seletivos de controle químico, 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).

Suh *et al.* (2000) não constataram toxicidade de inibidores da síntese de quitina sobre *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner. Já Hassan *et al.* (1998) verificaram que inibidores da síntese de quitina foram levemente tóxicos a *Trichogramma cacoeciae* Marchal. Mason *et al.* (2002) verificaram o efeito nocivo de spinosad sobre a emergência de *Trichogramma inyoense* Pinto & Oatman. Lakshmi *et al.* (1997) não constataram emergência de *Trichogramma japonicum* Ashmead, quando ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) foram pulverizados com clorpirifós.

Considerando os inseticidas recomendados no manual de Tecnologias de produção de soja (Embrapa 2002) e as maiores dosagens recomendadas pelos fabricantes, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de inseticidas aplicados um e sete dias após o parasitismo sobre o desenvolvimento, emergência e capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *T. lasallei* Pinto.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *A. gemmatalis*, e seus parasitóides foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo 1.

EXPERIMENTO

Em câmara climatizada a $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas, vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas de cartolina azul (0,5 cm x 2,5 cm) e ofertadas ao parasitismo durante 24 horas, por duas fêmeas de *T. pretiosum*, *T. acacioi*, *T. atopovirilia*, *T. rojasi* e *T. lasallei*. Um e sete dias após o parasitismo, 12 cartelas para cada espécie por tratamento foram pulverizadas com lufenuron (Match – inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, diflubenzuron (Dimilin - inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, spinosad (Tracer – Naturalyte) - 12 g i.a./ha, teflubenzuron (Nomolt - inibidor da síntese de quitina) – 7,5 g i.a./ha, clorpirifós (Lorsban - neurotóxico) - 120 g i.a./ha e testemunha (água), utilizando-se um pulverizador manual com capacidade de 1,5 litros. Os ovos foram mantidos a $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Registrou-se o número de adultos emergidos e a data de sua emergência.

Para avaliação do efeito dos produtos sobre os indivíduos da geração F_1 , vinte e quatro horas após a emergência dos adultos, um fêmea de cada espécie foi individualizada em tubos de vidro e alimentadas com mel por dois dias consecutivos, sendo que neste período 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para cada fêmea de *T. pretiosum*, *T. acacioi*, *T. atopovirilia*, *T. rojasi* e *T. lasallei*. Os ovos ofertados foram mantidos em câmara climatizada a $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Registrou-se o número de ovos parasitados, de adultos produzidos e a data de sua

emergência. Para a análise estatística, o número de ovos parasitados por fêmea, no primeiro e segundo dias, foram somados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

Resultados e Discussão

O tempo de desenvolvimento das cinco espécies não foi afetado pela aplicação dos inibidores da síntese de quitina e de spinosad quando pulverizados um e sete dias após o parasitismo (Tabela 1), com exceção de *T. atopovirilia* que teve seu tempo de desenvolvimento aumentado de nove para dez dias com a aplicação de spinosad sete dias após o parasitismo. Zaki & Gesraha (1987) também não constaram diferenças significativas na duração dos estágios imaturos de *Trichogramma evanescens* Westwood com a aplicação de diflubenzuron. Cõnsoli *et al.* (2001) observaram alta mortalidade dos imaturos de *Trichogramma galloi* Zucchi quando ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) foram pulverizados com spinosad um e sete dias após o parasitismo, e com lufenuron um dia após parasitismo.

Das espécies avaliadas, somente *T. pretiosum* emergiu de ovos tratados com clorpirifós um e sete dias após o parasitismo e a porcentagem de emergência foi de 11,2% e 4,0%, respectivamente (Tabela 2). Lakshmi *et al.* (1997) não constataram emergência de *T. japonicum* quando clorpirifós foi aplicado um dia após o parasitismo. Hohmann (1991) verificou que clorpirifós apresentou baixa seletividade a *T. pretiosum*. Hassan *et al.* (1994 e 1988) 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 Tipping & Burbutis (1983), Singh & Varma (1986) e Ramalho *et al.* (1989).

A aplicação de diflubenzuron sobre ovos, com um e sete dias de parasitismo, não afetou a porcentagem de emergência das espécies estudadas quando comparado com a testemunha (Tabela 2), assim como constatado por House *et al.* (1980), Filho & Almeida (1997) e Ciociola *et al.* (1999) para *T. pretiosum*. Com outras espécies de *Trichogramma*, Micheletti (1991), Narayana & Babu (1992) e Arora *et al.* (1993) também não verificaram efeito adverso de diflubenzuron aplicado sobre ovos parasitados. Resultados semelhantes foram obtidos pelo grupo de pesquisa IOBC/WPRS (Hassan *et al.* 1983, 1987 e 1994) para *T. cacoeciae*. Em trabalhos de campo, Ables *et al.* (1977) constataram que *T. pretiosum* foi pouco afetado pela aplicação de diflubenzuron; por outro lado Zaki & Gesraha (1987) constaram redução de 47% na emergência dos adultos de *T. evanescens* com a aplicação de diflubenzuron.

A aplicação de lufenuron provocou redução na emergência de adultos de *T. pretiosum* quando comparada à testemunha no tratamento um dia após o parasitismo, porém mostrou-se inofensivo no tratamento sete dias após o parasitismo (Tabela 2). Esses resultados concordam com os de Cõnsoli *et al.* (2001) que constataram que lufenuron foi altamente tóxico quando aplicado um dia após o parasitismo, e que ocorreu diminuição da toxicidade com a aplicação sete dias após o parasitismo de ovos de *A. kuehniella* por *T. galloi*.

A porcentagem de emergência de *T. pretiosum* e *T. rojasi* foi reduzida pela aplicação de teflubenzuron um dia após o parasitismo (Tabela 2), semelhantemente aos dados constatados por Cõnsoli *et al.* (1998) para *T. pretiosum*. Ciociola *et al.* (1999) e Carvalho *et al.* (2001) não verificaram redução significativa na emergência de *T. pretiosum* quando teflubenzuron foi aplicado sobre ovos de *A. kuehniella*. Hassan *et al.* (1994) consideraram inofensivo o efeito de teflubenzuron sobre ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier) parasitados por *T. cacoeciae*.

A emergência de todas as espécies estudadas foi reduzida com a aplicação de spinosad um e sete dias após o parasitismo quando comparada à testemunha (Tabela 2), assim como constatado por Suh *et al.* (2000). Estes mesmos autores verificaram maior produção de fêmeas braquípteras com a aplicação de spinosad em relação aos tratamentos com lambda cialotrina, cipermetrina, profenofos e tiodicarb. Mason *et al.* (2002) constataram a toxicidade de spinosad no desenvolvimento de *T. inyoense*, e redução na porcentagem de emergência em mais de 50%. Cleary & Scholz (2002) verificaram que spinosad foi extremamente tóxico ao desenvolvimento de *T. pretiosum*, não ocorrendo a emergência dos adultos.

Tabela 1. Tempo de desenvolvimento em dias (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. em ovos tratados com inseticidas um e sete dias após o parasitismo.¹

Tratamento	<i>T. pretiosum</i>		<i>T. atopovirilia</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>		<i>T. lasallei</i>	
	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP
Testemunha	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	10,0 \pm 0,00 aA	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB
Diflubenzuron	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	10,0 \pm 0,00 aA	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB
Lufenuron	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	10,0 \pm 0,00 aA	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB
Teflubenzuron	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	10,0 \pm 0,00 aA	10,0 \pm 0,00 aA	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB
Spinosad	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,0 \pm 0,00 aB	10,0 \pm 0,00 aA	10,0 \pm 0,00 aA	9,8 \pm 0,41 aA	9,0 \pm 0,00 aB	9,3 \pm 0,46 aB	9,0 \pm 0,00 aB	9,3 \pm 0,52 aB
Clorpirifós	8,0 \pm 0,00 bB	9,0 \pm 0,00 aA	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 2. Porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. em ovos *Anticarsia gemmatalis* tratados com inseticidas um e sete dias após o parasitismo. ¹

Tratamento	<i>T. pretiosum</i>		<i>T. atopovirilia</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>		<i>T. lasallei</i>	
	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP
Testemunha	98,2 \pm 1,83 aA	99,6 \pm 0,39 aA	99,3 \pm 0,66 aA	98,6 \pm 0,11 aA	93,7 \pm 1,57 aA	93,2 \pm 3,72 aA	92,1 \pm 3,31 aA	96,4 \pm 2,94 aA	97,9 \pm 1,51 aA	96,0 \pm 1,23 aA
Diflubenzuron	99,3 \pm 0,71 aA	99,4 \pm 0,56 aA	97,4 \pm 0,91 Aa	96,9 \pm 0,69 aA	94,7 \pm 1,68 Aa	96,8 \pm 0,91 aA	96,6 \pm 3,33 aA	91,7 \pm 2,75 aA	80,8 \pm 13,52 abA	99,7 \pm 0,32 aA
Lufenuron	71,3 \pm 4,91 bcB	100,0 \pm 0,00 aA	93,2 \pm 2,40 aA	99,0 \pm 0,50 aA	89,3 \pm 3,76 aA	93,6 \pm 3,72 aA	82,4 \pm 5,56 abA	98,4 \pm 1,23 aA	97,5 \pm 2,11 aA	100,0 \pm 0,00 aA
Teflubenzuron	57,7 \pm 10,90cB	100,0 \pm 0,00 aA	91,2 \pm 0,81 aA	100,0 \pm 0,00 aA	90,1 \pm 2,24 aA	96,5 \pm 2,12 aA	71,7 \pm 5,66 bB	95,0 \pm 1,73 aA	99,1 \pm 0,87 aA	99,6 \pm 0,37 aA
Spinosad	59,7 \pm 2,33 bcA	58,7 \pm 1,31 bA	69,3 \pm 4,58 bA	63,7 \pm 3,95 bA	49,4 \pm 7,09 bAB	53,8 \pm 6,26 bAB	60,9 \pm 6,82 bA	31,7 \pm 9,08 bB	69,1 \pm 10,37 bA	60,5 \pm 4,97 bA
Clorpirifós	11,2 \pm 6,81 dA	4,0 \pm 1,89 cA	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

A capacidade de parasitismo e a porcentagem de emergência de fêmeas, das cinco espécies de parasitóides que emergiram de ovos tratados (geração F₁), com os inseticidas diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron não foram afetadas quando comparadas à testemunha, com exceção da capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* no tratamento com diflubenzuron (Tabelas 3 e 4). Carvalho *et al.* (2001, 2003) não constataram efeito de teflubenzuron sobre a capacidade de parasitismo e na emergência de fêmeas de *T. pretiosum* na geração F₁. Narayana & Babu (1992) e Cònsoli *et al.* (2001) relataram efeito nocivo de inibidores do crescimento na geração filial de *Trichogramma chilonis* Ishii e *T. galloi* respectivamente, quando os ovos foram tratados durante o desenvolvimento dos estágios imaturos do parasitóide. Cònsoli *et al.* (1998) verificaram que fêmeas de *T. pretiosum*, emergidas de ovos tratados com teflubenzuron durante o período ovo-larva (um dia após o parasitismo), apresentaram redução significativa na sua capacidade de parasitismo. Após 24 horas não foi possível a individualização de fêmeas de *T. acacioi* do tratamento com spinosad, e de *T. pretiosum* no tratamento com clorpirifós, uma vez que todas as fêmeas estavam mortas.

Dos inseticidas avaliados diflubenzuron foi o mais seletivo e clorpirifós o mais tóxico. Dentre as espécies estudadas, *T. pretiosum* e *T. rojasi* foram as mais susceptíveis aos inibidores da síntese de quitina. A aplicação de inibidores da síntese de quitina sobre ovos parasitados não afetou a capacidade de parasitismo das fêmeas que emergiram destes ovos (geração F₁). Os inibidores da síntese de quitina (diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron) podem ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas por apresentarem-se mais seletivos aos parasitóides avaliados.

Tabela 3. Número de ovos (Média \pm E.P.) de *Anticarsia gemmatalis* parasitados por fêmeas de *Trichogramma* spp., emergidas de ovos tratados com inseticidas um e sete dias após o parasitismo. ¹

Tratamentos	<i>T. pretiosum</i>		<i>T. atopovirilia</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>		<i>T. lasallei</i>	
	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP
Testemunha	18,8 \pm 0,56 abBC	28,7 \pm 1,90 aAB	32,2 \pm 3,06 aAB	35,9 \pm 0,70 aA	15,0 \pm 2,02 aBC	15,6 \pm 1,65 aBC	12,0 \pm 2,43 abC	19,0 \pm 1,73 aBC	18,4 \pm 1,50 aBC	19,7 \pm 1,11 aBC
Diflubenzuron	13,8 \pm 5,94 bB	10,0 \pm 2,97 bB	34,0 \pm 0,84 aA	33,2 \pm 1,49 aA	15,0 \pm 1,69 aB	9,2 \pm 2,51 aB	12,8 \pm 2,81 abB	14,3 \pm 1,38 abB	18,8 \pm 2,23 aAB	19,7 \pm 1,09 aAB
Lufenuron	15,0 \pm 5,03 abBC	24,2 \pm 3,89 aAB	32,2 \pm 2,89 aA	32,0 \pm 3,05 aA	8,2 \pm 1,62 abC	8,2 \pm 2,64 aC	16,3 \pm 3,42 abABC	17,5 \pm 2,29 abABC	18,8 \pm 6,19 aABC	16,7 \pm 1,74 aABC
Teflubenzuron	29,3 \pm 1,36 aAB	24,3 \pm 1,87 aABC	32,7 \pm 2,80 aA	26,7 \pm 5,09 aABC	18,8 \pm 1,59 aABC	13,9 \pm 2,09 aC	20,7 \pm 1,68 aABC	9,0 \pm 3,18 abC	13,0 \pm 5,18 aC	14,9 \pm 3,44 aBC
Spinosad	15,3 \pm 3,48 abBC	13,3 \pm 3,66 abBC	21,0 \pm 5,91 aAB	33,0 \pm 3,36 aA	0,00 \pm 0,00 bD	3,2 \pm 1,71 aCD	6,5 \pm 2,33 bCD	7,7 \pm 3,08 bCD	15,6 \pm 1,54 aBC	20,8 \pm 2,74 aB
Clorpirifós	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 4. Porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de *Trichogramma* spp. em ovos de *Anticarsia gemmatalis* parasitados, provenientes de fêmeas emergidas de ovos tratados com inseticidas, um e sete dias após o parasitismo.¹

Tratamentos	<i>T. pretiosum</i>		<i>T. atopovirilia</i>		<i>T. acacioi</i>		<i>T. rojasi</i>		<i>T. l. asallei</i>	
	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP	1 DAP	7 DAP
Testemunha	100,0 \pm 0,00 aA	99,8 \pm 0,25 aA	100,0 \pm 0,00 aA	97,9 \pm 0,77 aA	97,8 \pm 2,22 aA	95,6 \pm 1,67 aA	100,0 \pm 0,00 aA	93,14 \pm 3,24 aA	98,7 \pm 0,81 aA	99,5 \pm 0,55 aA
Diflubenzuron	66,7 \pm 21,08 aA	100,0 \pm 0,00 aA	99,1 \pm 0,38 aA	99,1 \pm 0,64 aA	98,5 \pm 1,51 aA	98,94 \pm 1,06 aA	92,2 \pm 2,08 aA	94,6 \pm 2,51 aA	99,4 \pm 0,57 aA	99,4 \pm 0,60 aA
Lufenuron	100,0 \pm 0,00 aA	99,1 \pm 0,65 aA	97,6 \pm 0,87 aA	100,0 \pm 0,00 aA	100,0 \pm 0,00 aA	82,6 \pm 16,53 aA	73,9 \pm 15,06 aA	78,7 \pm 15,90 aA	80,0 \pm 20,00 aA	82,8 \pm 16,7 aA
Teflubenzuron	99,5 \pm 0,32 aA	100,0 \pm 0,00 aA	99,5 \pm 0,49 aA	84,5 \pm 14,10 aA	98,5 \pm 1,50 aA	99,4 \pm 0,60 aA	96,4 \pm 1,60 aA	70,1 \pm 18,11 aA	66,2 \pm 20,94 aA	71,1 \pm 18,37 aA
Spinosad	100,0 \pm 0,00 aA	82,4 \pm 16,50 aA	80,0 \pm 20,00 aA	78,7 \pm 19,68 aA	-	58,8 \pm 24,04 aA	75,0 \pm 25,00 aA	63,7 \pm 20,30 aA	100,0 \pm 0,00 aA	99,6 \pm 0,40 aA
Clorpirifós	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Literatura citada

- Ables, J.R., S.L. Jones & M.J. Bee. 1977.** Effect of diflubenzuron on beneficial arthropods associated with cotton. *Southwest. Entomol.* 2: 66-72.
- Arora, R., J.S. Gill & G.C. Varma. 1993.** Adverse effect of a chitin synthesis inhibitor, diflubenzuron on *Chrysoperla carnea* (Stephens) and *Trichogramma chilonis* Ishii. *J. Insect Sci.* 6: 279-280
- Avanci, M.R.F. 2004.** Espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que ocorrem em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) no sudeste do Brasil: parasitismo natural, bioecologia, exigências térmicas e estocagem em baixas temperaturas. Tese de Doutorado, UFPR, Curitiba, 116p.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2001.** Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Cienc. Agrotec.* 25: 583-591.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2003.** Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F₁ e F₂. *Cienc. Agrotec.* 27: 261-270.
- Ciociola, J.A.L., L.C. Diniz, M.S. Zacarias & A.R. Carvalho. 1999.** Impacto de inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Cienc. Agrotec.* 23: 589-592.
- Cleary, A. & B. Scholz. 2002.** Evaluating the toxicity of insecticides on immature and adult *Trichogramma pretiosum*, pp 251-257. *In: Proceedings of the Eleventh Australian Cotton Conference, 13-15 August, 2002, Brisbane, Queensland.*

- Cônsoli, F.L., J.R.P. Parra & S.A. Hassan. 1998.** Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep., Gelechiidae). J. Appl. Ent. 122: 43-47.
- Cônsoli, F.L., P.S.M. Botelho & J.R.P. Parra. 2001.** Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae). J. Appl. Entomol. 125: 37-43.
- Embrapa. 2002.** Tecnologias de produção de soja - Paraná 2003. Londrina: Embrapa soja, 2002. Sistema de produção/Embrapa soja, nº 2, 195p.
- Filho, E.C. & R.P. Almeida. 1997.** Efeito de inseticidas na emergência de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Rev. Oleag. Fibr. 1: 43-48.
- Foerster, L.A. & A.R. Butnariu. 2004.** Development, reproduction, and longevity of *Telenomus cyamophylax*, egg parasitoid of the velvetbean caterpillar *Anticarsia gemmatalis*, in relation to temperature. Biol. Control 29: 1-4.
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Eggs parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.
- Hassan, S.A., B. Hafes, P.E. Degrande & K. Herai. 1998.** The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. J. Appl. Entomol. 122: 569-573.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, J.N.M. Calis, J. Coremans-Pelseneer, C. Duso, A. Grove, U. Heimbach, N. Helyer, H. Hokkanen, G.B. Lewis, F. Mansour, L. Moreth, L. Polgar, L. Samsøe-Petersen, B. Sauphanor, A. Stäubli, G. sterk, A. Vainio, M. van de Veire, G. Viggiani & H. Vogt. 1994.** Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". Entomophaga 39: 107-109.

- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, F. Mansour, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Stäubli, G. Sterk, K. Tavares, J.J. Tuset, G. Viggiani & A.G. Vivas. 1988.** Results of the fourth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". *J. Appl. Ent.* 105: 321-329.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J.U. Brown, S.I. Firth, P. Huang, M.S. Ledieu, E. Naton, P.A. oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, G. Viggiani & A.Q. van Zon. 1983.** Results of the second joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". *Z. ang. Ent.* 95: 151-158.
- Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. Inglesfield, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsøe-Petersen, A. Stäubli, J.J. Tuset, G. Viggiani & G. Vanwetswinkel. 1987.** Results of the third joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". *J. Appl. Ent.* 103:92-107.
- Hohmann, C.L. 1991.** Efeito de diferentes inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Entomol. Brasil* 20: 59-65.
- Hohmann, C.L., S.M.T. Silva & W.J. Santos. 1989.** Lista preliminar de Trichogrammatidae encontrados no Paraná. *An. Soc. Entomol. Brasil* 18: 203-206.
- House, V.S., J.R. Ables, R.K. Morrison & D.L. Bull. 1980.** Effect of diflubenzuron formulations on the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. *The Southwest. Entomol.* 5: 133-138.

- Jacobs, R.J., C.A. Kouskolekas & H.R. Gross Jr. 1984.** Responses of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to residues of permethrin and endosulfan. *Environ. Entomol.* 13: 355-358.
- Lakshmi, V.J., G. Katti, N.V. Krishnaiah & T. Lingaiah. 1997.** Laboratory evaluation of commercial neem formulations vis-à-vis insecticides against egg parasitoid, *Trichogramma japonicum* Ashmead (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *J. Biol. Control* 11: 29-32.
- Mani, M. & A. Krishnamoorthy. 1986.** Susceptibility of *Telenomus remus* Nixon, an exotic parasitoid of *Spodoptera litura* (F.) to some pesticides. *Trop. Pest. Managem.* 32: 49-51.
- Mason, P.G., M.A. Erlandson, R.H. Elliott & B.J. Harris. 2002.** Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). *Can. Entomol.* 134: 59-68.
- Medina, P., G. Smaghe, F. Budia, L. Tirry & E. Viñuela. 2003.** Toxicity and absorption of azadirachtin, diflubenzuron, pyriproxyfen, and tebufenozide after topical application in predatory larvae of *Chysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). *Environ. Entomol.* 32: 196-203.
- Micheletti, S.M.F.B. 1991.** Efeito de inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *An. Soc. Ent. Brasil* 20: 266-269.
- Narayana, M.L. & T.R. Babu. 1992.** Evaluation of five insect growth regulators on the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hym., Trichogrammatidae) and the hatchability of *Corcyra cephalonica* Staint (Lep., Galleriidae). *J. App. Entomol.* 113: 56-60.

- Polaszek, A. & L.A. Foerster. 1997.** *Telenomus cyamophylax*, n. sp. (Hymenoptera: Scelionidae) attacking eggs of the velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). An. Soc. Entomol. Brasil 26: 177-181.
- Ramalho, F.S., V.L.B. Silva & F.M.M. Jesus. 1989.** Efeitos residuais de inseticidas sobre *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Pesq. Agropec. Bras. 24: 315-319.
- Ruberson, J.R. & P.G. Tillman. 1999.** Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, pp. 1210-1213. In Proceedings. Beltwide Cotton Conference, 3-7 January 1999, New Orleans, LA. National Cotton Council, Orlando, Florida.
- Singh, P.P. & G.C. Varma. 1986.** Comparative toxicities of some insecticides to *Chrysoperla carnea* (Chrysopidae: Neuroptera) and *Trichogramma brasiliensis* (Trichogrammatidae: Hymenoptera), two arthropod natural enemies of cotton pests. Agric. Ecos. Environ. 15: 23-30.
- Sosa-Gómez, D.R., K.E. Delpin, F. Moscardi & M.H. Nozaki. 2003.** The impact of fungicides on *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson epizootics and on populations of *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), on soybean. Neotrop. Entomol. 32: 287-291.
- Suh, C.P., D.B. Orr & J.W. Van-Duyn. 2000.** Effect of Insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. J. Econ. Entomol. 93: 577-583.
- Tipping, P.W. & P.P. Burbutis. 1983.** Some effects of pesticide residues on *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Econ. Entomol. 76: 892-896.

Torres, J.B. & J.R. Ruberson. 2004. Toxicity of thiamethoxan and imidacloprid to *Podisus nigrispinus* (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) nymphs associated to aphid and whitefly control in cotton. Neotrop. Entomol. 33: 99-106.

Zaki, F.N. & H.A. Gesraha. 1987. Evaluation of zertel and diflubenzuron on biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* Westw. and the aphid lion *Chrysoperla carnea* Steph. J. Appl. Entomol. 104: 63-69.

CAPÍTULO III

**EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS SOBRE ADULTOS DE
Trichogramma spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

**RESIDUAL EFFECTS OF INSECTICIDES ON ADULTS OF *Trichogramma* spp.
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

ABSTRACT – The effect of contact and the persistence of insecticides on adults of *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto were determined. Glass tubes were treated with lufenuron – 7.5 g a.i./100L of water, diflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, teflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, spinosad – 12 g a.i./100L of water, chlorpyrifos - 120 g a.i./100L of water and control (water). Males and females of each species were released into the tubes and after six hours numbers of live and dead adults were counted. The same procedure was replicated three days after the treatment with insecticides and each seven days during 56 days for diflubenzuron, lufenuron and teflubenzuron. For spinosad and chlorpyrifos adults survival was evaluated until 111 days after insecticides application. The contact of *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* and *T. acacioi* with diflubenzuron, lufenuron and teflubenzuron were harmful for a short period of time and after seven days survival of females was higher than 75%. Survival of females was higher than males in all treatments. After seven days toxicity of chitin synthesis inhibitors was not evident, reflecting in a rapid degradation of these products. The species *T. rojasi* and *T. lasallei* were less tolerant to lufenuron and teflubenzuron, reaching 75% survival after the 28th day after application. Spinosad e chlorpyrifos were harmful to the adults and the toxicity of these products persevered until the end of the experiments. Diflubenzuron, lufenuron and teflubenzuron showed low persistence and were harmless to the parasitoids. On the other side, chlorpyrifos and spinosad showed persistent and harmful effects for all species of *Trichogramma* studied.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, persistence, selectivity.

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de contato e a persistência de inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto. Tubos de vidro foram imersos em soluções de lufenuron – 7,5 g i.a./100L de água, diflubenzuron - 7,5 g i.a./100L de água, teflubenzuron – 7,5 g i.a./100L de água, spinosad – 12 g i.a./100L de água, clorpirifós - 120 g i.a./100L de água e testemunha (água). Machos e fêmeas de cada espécie foram colocados nos tubos de vidro e, após seis horas, foi realizada a contagem dos adultos vivos e mortos. O mesmo procedimento foi repetido três dias após a aplicação, e a cada sete dias, por um período de 56 dias para diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron. Para os inseticidas spinosad e clorpirifós avaliou-se a sobrevivência até 111 dias após a aplicação. O contato de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* com diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron foi tóxico por um curto período, até sete dias após o tratamento; após este período a sobrevivência das fêmeas em todos os tratamentos foi superior a 75%. A sobrevivência das fêmeas foi superior à dos machos em todos os tratamentos. Efeitos tóxicos não foram evidentes depois do sétimo dia após a aplicação, refletindo em rápida degradação destes produtos. *T. rojasi* e *T. lasallei* foram menos tolerantes aos inseticidas lufenuron e teflubenzuron, alcançando 75% de sobrevivência a partir do 28º dia após aplicação. Os inseticidas spinosad e clorpirifós foram altamente tóxicos não permitindo a sobrevivência dos adultos. A toxicidade destes dois produtos persistiu até o final da avaliação. Os inseticidas diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron apresentaram baixa persistência e foram seletivos aos parasitóides estudados. Já os inseticidas clorpirifós e spinosad foram persistentes e altamente tóxicos às cinco espécies de *Trichogramma* estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, persistência, seletividade.

Introdução

O controle químico ainda é o método mais utilizado para o controle de pragas agrícolas, devendo ser entendido, também, como uma maneira potencial de se aumentar a ação de organismos benéficos num determinado agroecossistema, através de sua seletividade (Carvalho *et al.* 1999).

Agentes de controle biológico são componentes importantes do manejo integrado de pragas (MIP) (Xu *et al.* 2001); entretanto, inseticidas, especialmente os de largo espectro de ação, frequentemente desequilibram a relação entre hospedeiro e inimigos naturais porque estes são, em geral, mais susceptíveis que as espécies pragas (Croft & Brown 1975, Croft 1990).

Segundo Castelo Branco & França (1995) a utilização de inseticidas de curta persistência no ambiente possibilita a sobrevivência de parasitóides. De acordo com Costa & Link (1989) mesmo produtos comprovadamente não-seletivos, devido ao seu poder residual muito baixo, têm seu efeito reduzido, permitindo a rápida recolonização da lavoura.

Predadores e parasitóides de pragas agrícolas reduzem as populações de suas presas ou hospedeiros e auxiliam no controle do limite de dano causado pelas pragas (Hassan 1994). Existem cerca de 20 espécies de *Trichogramma* criadas massalmente para serem utilizadas no controle de pragas de hortaliças, milho, cana-de-açúcar, mandioca, arroz, algodão, soja, sorgo e citros, em pelos menos 16 países (Hassan *et al.* 1998). O uso de produtos seletivos associado às liberações de espécies de *Trichogramma* permite a otimização do controle de lepidópteros-praga em diversas culturas.

O impacto de muitos inseticidas sobre inimigos naturais está bem documentado (Croft & Brown 1975, Croft 1990); no entanto pouco é conhecido sobre o efeito de

inseticidas sobre adultos de *Trichogramma*. Hassan *et al.* (1983, 1987) e Suh *et al.* (2000) não verificaram efeito adverso de inibidores da síntese de quitina na sobrevivência de adultos de *Trichogramma cacoeciae* Marchal e *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, respectivamente. Por outro lado Ruberson & Tillman (1999) e Cleary & Scholz (2002) constataram que o contato de *Trichogramma pretiosum* Riley com spinosad reduziu significativamente a sobrevivência dos adultos. Brunner *et al.* (2001) observaram que clorpirifós causou 100% de mortalidade de *Trichogramma platneri* Nagarkatti durante os 21 dias após o tratamento, quando aplicado sobre folhas.

Tendo em vista que a integração de táticas de controle químico e biológico requer o conhecimento de como os inseticidas afetam os agentes de controle natural (Brunner *et al.* 2001) e que não existem trabalhos na literatura sobre o efeito de inseticidas sobre adultos de *T. pretiosum*, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, *Trichogramma rojasi* (Nagaraja & Nagarkatti) e *Trichogramma lasallei* Pinto, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de contato e a persistência de inseticidas sobre adultos destas cinco espécies.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, e seus parasitóides foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo 1.

EXPERIMENTO

Tubos de vidro de 1,0 cm x 10 cm foram imersos nas seguintes caldas: lufenuron (Match – inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, diflubenzuron (Dimilin - inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, teflubenzuron (Nomolt - inibidor da síntese de quitina) –

7,5 g i.a./ha, spinosad (Tracer – Naturalyte) - 12 g i.a./ha, clorpirifós (Lorsban - neurotóxico) - 120 g i.a./ha e testemunha (água). Os tubos foram deixadas a temperatura ambiente por duas horas para secarem e após este período aproximadamente 15 adultos de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia*, *T. acacioi*, *T. lasallei* ou de *T. rojasi*. foram colocados nos tubos de ensaio. Após seis horas foi realizada a contagem dos adultos (machos e fêmeas) vivos e mortos. Os tubos de vidro, tratados com os produtos, foram fechados e mantidos em câmara climatizada sem a presença de luz.

Três dias da imersão dos tubos na calda com os inseticidas novos adultos, de cada um das espécies, foram liberados e após 24 horas a mortalidade machos e fêmeas foi registrada. O procedimento descrito acima foi a cada 7 dias após aplicação, por um período de 56, dias para os inseticidas diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron e para os inseticidas spinosad e clorpirifós avaliou-se a persistência até 111 dias após a aplicação. Foram realizadas quatro repetições por produto e por espécie.

Resultados e Discussão

O contato de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* com diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron foi tóxico por um curto período, até sete dias após o tratamento; após este período a sobrevivência das fêmeas em todos os tratamentos foi superior a 75% (Figs. 1-3). Efeitos tóxicos não foram evidentes depois do sétimo dia após a aplicação, refletindo a rápida degradação destes produtos. As espécies *T. rojasi* e *T. lasallei* foram menos tolerantes aos inseticidas lufenuron e teflubenzuron, alcançando 75% de sobrevivência a partir do 28º dia após aplicação (Figs. 4-5). A sobrevivência das fêmeas foi superior à dos machos em todos os tratamentos (Figs. 1-5).

Assim como neste estudo, Hassan *et al.* (1983, 1987) não verificaram efeitos adversos de diflubenzuron sobre adultos de *T. cacoeciae*. Hassan *et al.* (1998)

classificaram lufenuron como fracamente tóxico quando em contato com adultos de *T. cacoeciae*; resultados semelhantes foram constatados para *T. rojasi* e *T. lasallei* com os produtos lufenuron e teflubenzuron.

Em contraste aos inibidores da síntese de quitina, os inseticidas spinosad e clorpirifós foram altamente tóxicos, não permitindo a sobrevivência dos adultos. A toxicidade destes dois produtos persistiu até o final das avaliações (111 dias após a aplicação). De acordo com estes resultados a aplicação destes dois produtos, nas dosagens recomendadas, irá ocasionar uma elevada mortalidade dos parasitóides adultos por um longo período após sua aplicação. Assim como constatado neste estudo, Cleary & Scholz (2002) consideraram spinosad extremamente tóxico quando exposto a adultos de *T. pretiosum*, com 0% de sobrevivência.

Segundo Ruberson & Tillman (1999) a sobrevivência de *T. pretiosum*, em contato com spinosad pulverizado sobre folhas de algodão, foi significativamente reduzida em relação ao controle. Suh *et al.* (2000) constataram que a sobrevivência de adultos de *T. platneri* em contato com folhas pulverizadas com spinosad no dia da aplicação foi inferior a 5%, no entanto quatro dias após a aplicação a sobrevivência dos adultos foi superior a 80%. Apesar disso, estes autores consideraram spinosad um dos compostos mais tóxicos para adultos de *Trichogramma*. Cleary & Brad (2002) relacionaram os efeitos adversos de spinosad ao fato dos adultos não terem tido escolha de andar em um local onde não houvesse produto e consideram que em condições de campo, os parasitóides podem receber uma dose muito menor do produto. Apesar da alta toxicidade de spinosad para *Trichogramma*, outras espécies de parasitóides não foram afetadas por este inseticida como constatado por Tillman & Mulrooney (2000) para *Cardiochiles nigriceps* Viereck e *Cotesia marginiventris* (Cresson).

Apesar de clorpirifós ser um dos inseticidas mais utilizados na agricultura (Delpuech & Meyet 2003), os resultados encontrados neste trabalho e nos capítulos I e II demonstram que este inseticida é altamente tóxico aos parasitóides do gênero *Trichogramma*. Brunner *et al.* (2001) constataram alta toxicidade de resíduos de clorpirifós a *T. platneri*, 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). A toxicidade de outros inseticidas fosforados a adultos de *Trichogramma* também foi constatada por Castelo Branco & França (1995) e Brunner *et al.* (2001).

Os inseticidas diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron apresentaram baixa persistência e foram seletivos aos parasitóides estudados. Geralmente experimentos de laboratório tendem a ser mais rigorosos quanto à toxicidade do que experimentos de campo; sendo assim, pesticidas considerados como pouco tóxicos em laboratório provavelmente terão um desempenho similar em campo (Hafez *et al.* 1999). Além disso, pesticidas considerados inofensivos a um inimigo natural em laboratório quase sempre são inofensivos ao mesmo inimigo natural no campo (Hassan & Oomen 1985). Desta forma, os inibidores da síntese de quitina são inseticidas válidos para utilização em programas de manejo integrado de pragas devido à sua seletividade.

Por outro lado, os inseticidas clorpirifós e spinosad foram persistentes e altamente tóxicos às cinco espécies de *Trichogramma* estudadas; tendo em vista que esse gênero contribui para o controle de lepidópteros pragas, a utilização destes produtos poderá ter conseqüências negativas para a sobrevivência destas espécies em campo.

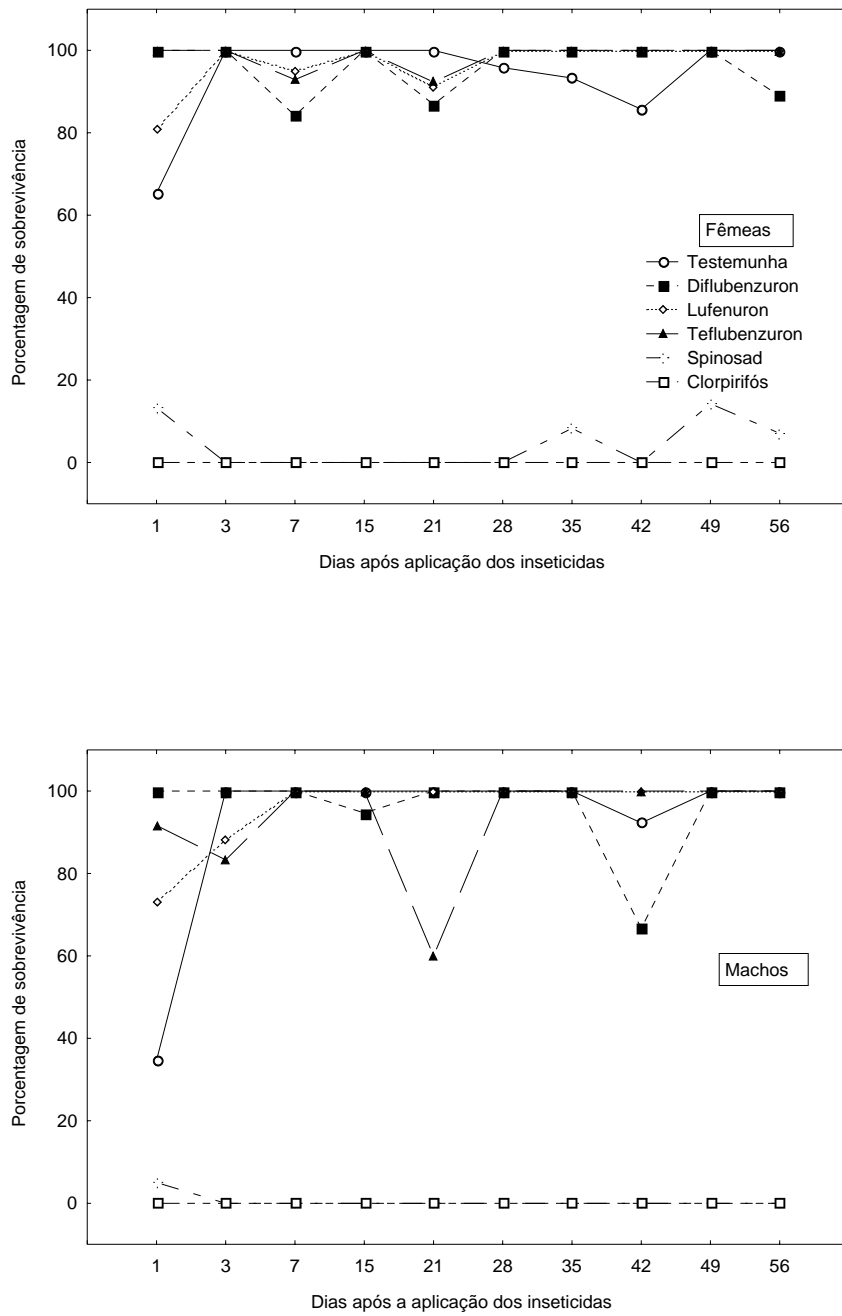


Figura 1. Sobrevivência de fêmeas e machos de *Trichogramma pretiosum*, após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.

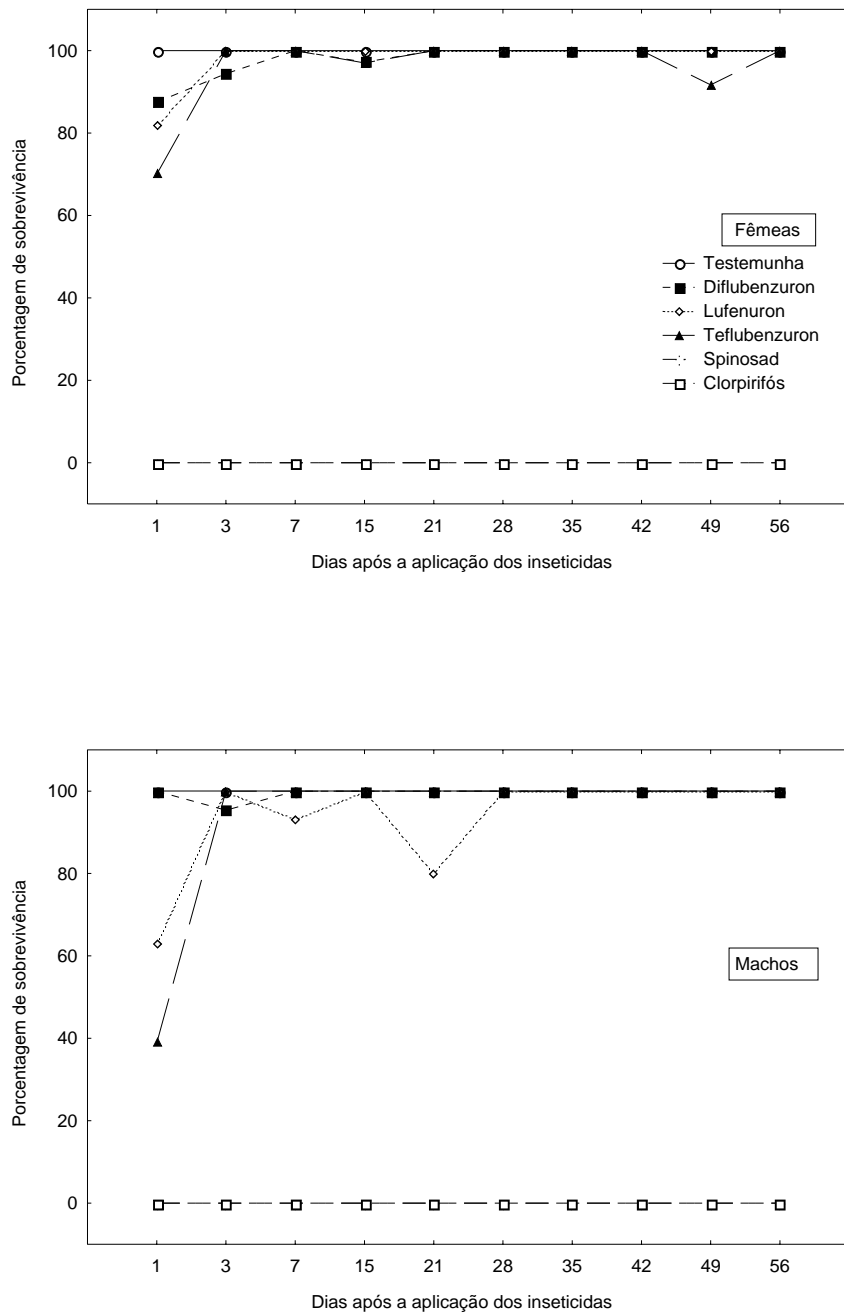


Figura 2. Sobrevivência de fêmeas e machos de *Trichogramma atopovirilia*, após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.

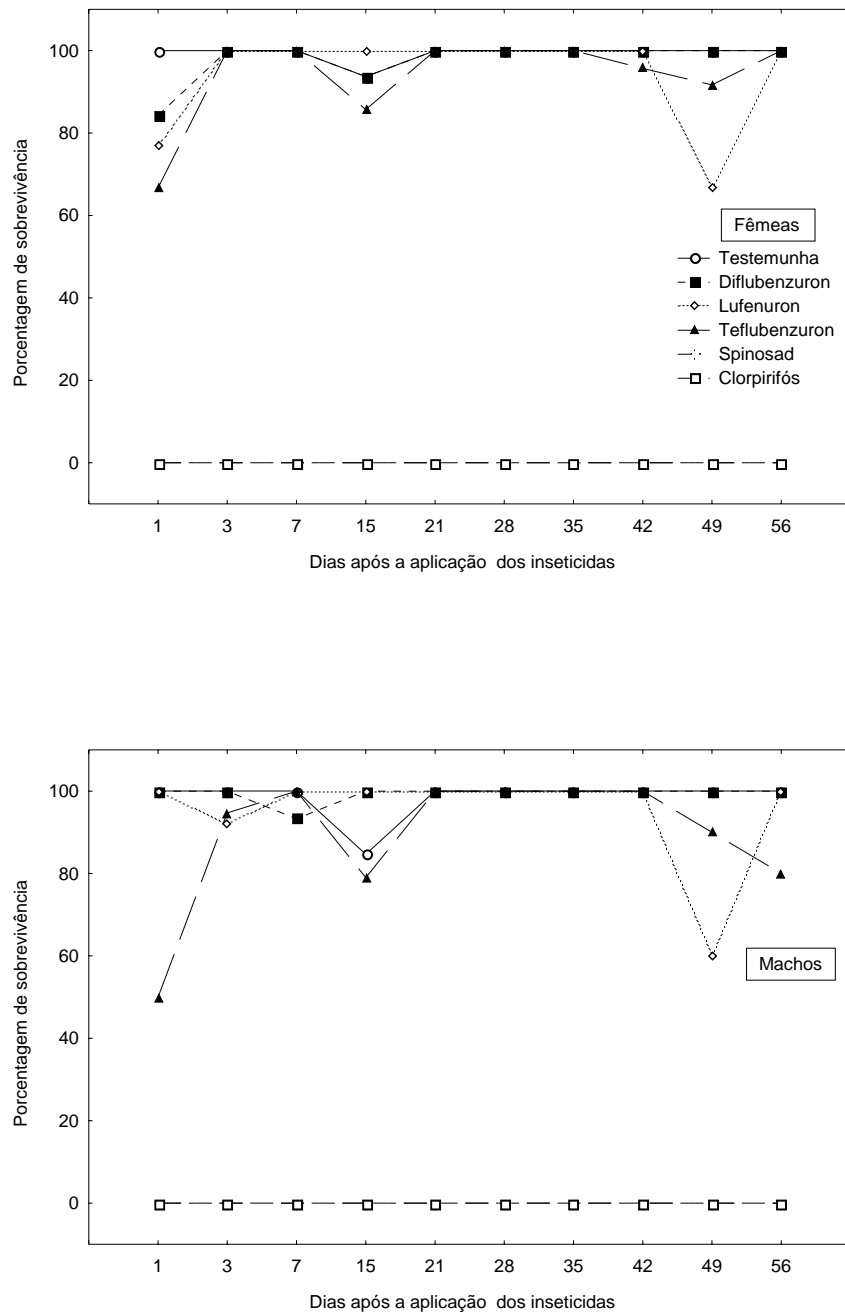


Figura 3. Sobrevivência de fêmeas e machos de *Trichogramma acacioi*, após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.

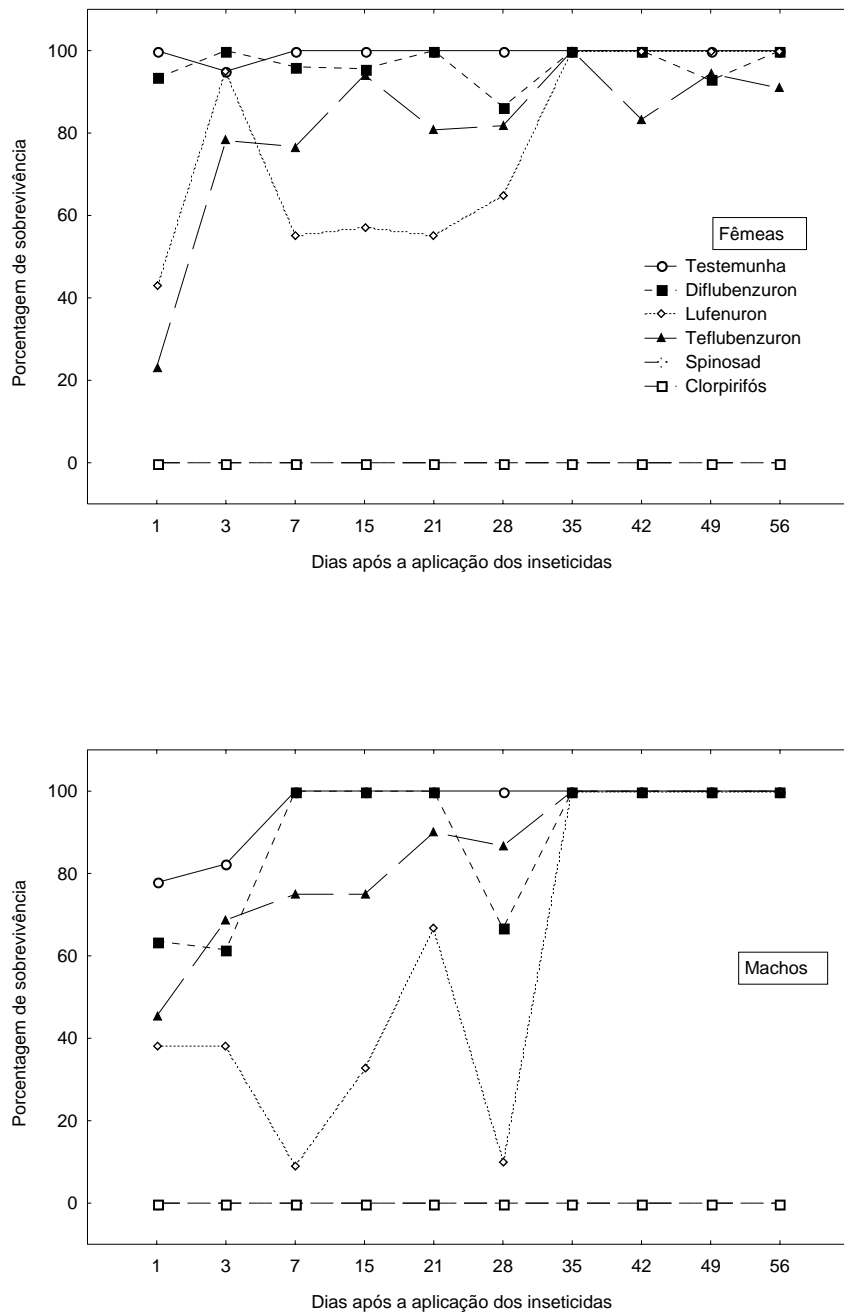


Figura 4. Sobrevivência de adultos de *Trichogramma lasallei* após contato com inseticidas a diferentes intervalos após a aplicação.

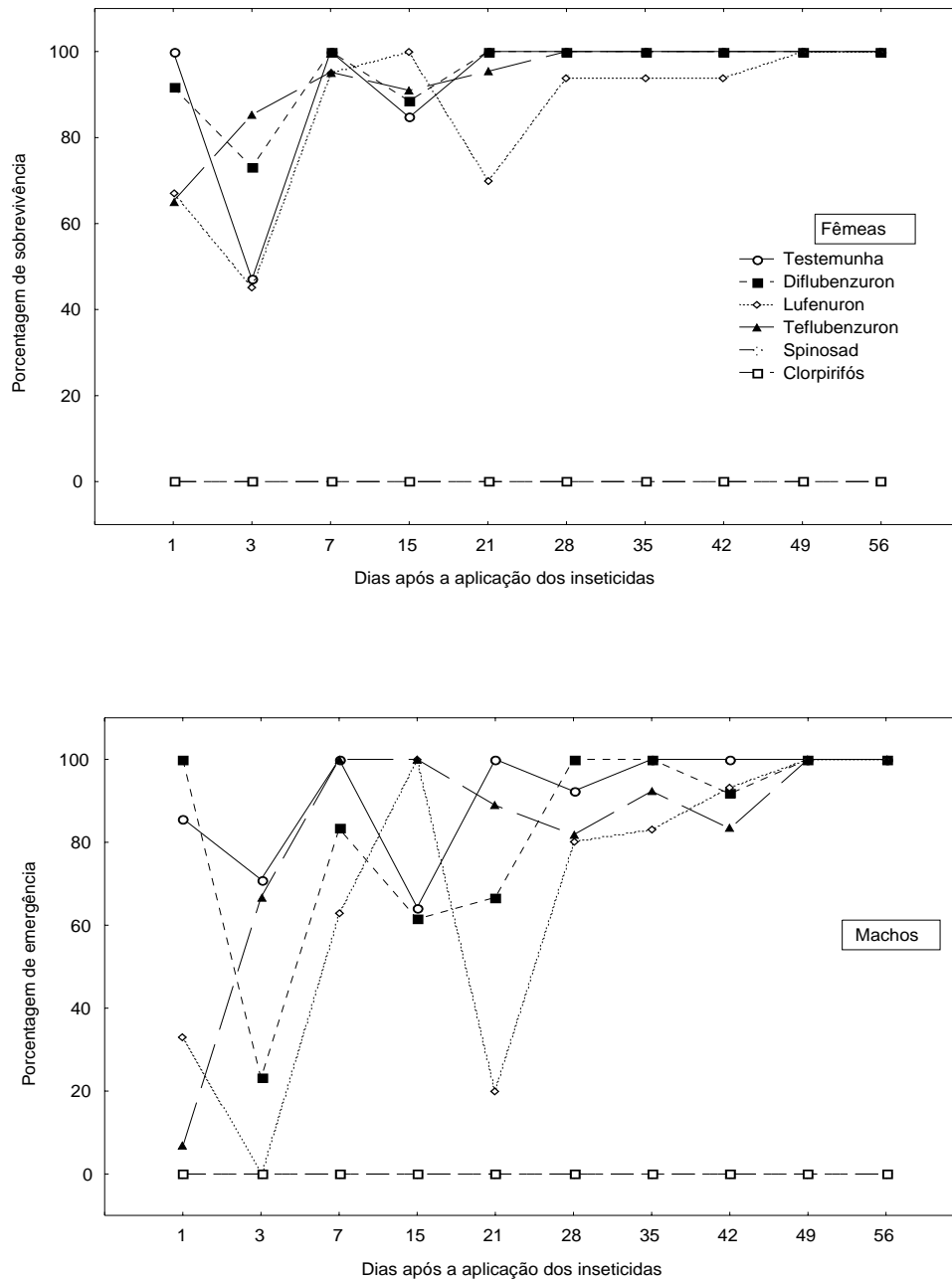


Figura 5. Sobrevivência de fêmeas e machos de *Trichogramma rojasi*, após contato com inseticidas, a diferentes intervalos de tempo após a aplicação.

Literatura Citada

- Brunner, J.F., J.E. Dunley, M.D. Doerr & E.H. Beers. 2001.** Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. *J. Econ. Entomol.* 94: 1075-1084.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 1999.** Ação residual de inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa de vegetação. *Cienc. Agrotec.* 23: 770-775.
- Castelo Branco, M. & F. França. 1995.** Impacto de inseticidas e bioinseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum*. *Hortic. Bras.* 13: 199-201.
- Cleary, A. & B. Scholz. 2002.** Evaluating the toxicity of insecticides on immature and adult *Trichogramma pretiosum*, pp. 251-257. *In: Proceedings of the Eleventh Australian Cotton Conference, 13-15 August, 2002, Brisbane, Queensland.*
- Costa, E.C. & D. Link. 1989.** Comportamento de predadores e parasitóides na cultura da soja, em relação à aplicação de inseticida. *Rev. Cent. Ciên. Rurais* 19: 317-323.
- Croft, B.A. & A.W.A. Brown. 1975.** Response of arthropod natural enemies to insecticides. *Annu. Rev. Entomol.* 20: 285-335.
- Croft, B.A. 1990.** Arthropod biological control agents and pesticides. Wiley, New York, 723p.
- Delpuech, J.M. & J. Meyet. 2003.** Reduction in the sex ratio of the progeny of a parasitoid (*Trichogramma brassicae*) surviving the insecticide chlorpirifos. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 45: 203-208.
- Hafez, M.B., A. Schmitt & S.A. Hassan. 1999.** The side-effects of plant extracts and metabolites of *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai and conventional

fungicides on the beneficial organism *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). J. Appl. Ent. 123: 363-368.

Hassan, S.A. 1994. Activities of the IOBC/WPRS working group "pesticide and beneficial organisms" Comparison. Bulletin-OILB-SROP. 17: 1-5.

Hassan, S.A. & P.A. Oomen. 1985. Integration of biological and chemical control of diseases and minor pests. *In*: Hussey, N.W. & N. Scopes eds.: Biological pest control. The glasshouse experience. Blandford Press Poole, Dorset, 240p.

Hassan, S.A., B. Hafes, P.E. Degrande & K. Herai. 1998. The side-effects of pesticides on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. J. Appl. Entomol. 122: 569-573.

Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, F. Mansour, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, L. Polgar, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, A. Stäubli, G. Sterk, K. Tavares, J.J. Tuset, G. Viggiani & A.G. Vivas. 1988. Results of the fourth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". J. Appl. Ent. 105: 321-329.

Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J.U. Brown, S.I. Firth, P. Huang, M.S. Ledieu, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, G. Viggiani & A.Q. van Zon. 1983. Results of the second joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". Z. ang. Ent. 95: 151-158.

Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. Inglesfield, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, A. Stäubli, J.J. Tuset, G. Viggiani & G. Vanwetswinkel. 1987. Results of the third joint pesticide

testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". J. Appl. Ent. 103: 92-107.

Ruberson, J.R. & P.G.Tillman. 1999. Effect of selected insecticides on natural enemies in cotton: laboratory studies, pp. 1210-1213. *In* Proceedings. Beltwide Cotton Conference, 3-7 January 1999, New Orleans, LA. National Cotton Council, Orlando, Florida.

Suh, C.P, D.B. Orr & J.W. Van-Duyn. 2000. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. J. Econ. Entomol. 93: 577-583.

Tillman, P.G. & J.E. Mulrooney. 2000. Effect of selected insecticides on the natural enemies *Coleomegilla maculata* and *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae), *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), and *Bracon mellitor*, *Cardiochiles nigriceps*, and *Cotesia marginiventris* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. J. Econ. Entomol. 93: 1638-1643.

Xu, J., A. M. Shelton & X. Cheng. 2001. Variation in susceptibility of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) to permethrin. J. Econ. Entomol. 94: 541-546.

CAPÍTULO IV

**LONGEVIDADE E FECUNDIDADE DE *Trichogramma pretiosum*
Riley, *Trichogramma acacioi* Brun, Moraes & Soares E *Trichogramma
atopovirilia* Oatman & Platner (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE) ALIMENTADOS COM MEL CONTENDO
INSETICIDAS**

**LONGEVITY AND FECUNDITY OF *Trichogramma pretiosum* Riley,
Trichogramma acacioi Brun, Moraes & Soares AND *Trichogramma atopovirilia*
Oatman & Platner (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) FED WITH
HONEY AND INSECTICIDE**

ABSTRACT – Fecundity and longevity of *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner were assessed by feeding adults with honey containing insecticides. Newly emerged adults were fed *ad libitum* during the whole life with a 70% honey concentration diluted in water and lufenuron – 7.5 g a.i./100L of water, diflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, teflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, spinosad - 12 g a.i./100L of water, chlorpyrifos - 120 g a.i./100L of water and control (water). Two days after emergence, seven couples of each species/treatment were individualized and fed with the same solution with honey and insecticide. In that period 20 host eggs were offered daily for each female. After adult's emergence, the same procedure was repeated with the F₂ generation, except that females received honey without insecticide. Female's longevity did not decrease by ingestion of honey containing chitin synthesis inhibitors. Although no significant differences have been noticed, honey ingestion with diflubenzuron increased female longevity of all species. Male longevity was significantly affected by insecticides. Chlorpyrifos and spinosad caused rapid mortality in 100% of adults. The number of host eggs parasitized by females fed with honey and chitin synthesis inhibitors (F₁ generation) did not differ statistically from the control. When females of F₁ generation received host eggs and honey without insecticide statistical differences were verified on treatments with teflubenzuron and diflubenzuron where capacity of parasitism of *T. atopovirilia* and *T. acacioi*, respectively, decreased. Chlorpyrifos and spinosad were harmful to the three species studied.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, velvetbean caterpillar, selectivity, food.

RESUMO – Avaliou-se a longevidade e a fecundidade de adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner alimentados com mel contendo inseticidas. Adultos recém emergidos foram alimentados *ad libitum* durante toda a vida com solução de mel a 70% contendo lufenuron - 7,5 g.i.a/100L de água, diflubenzuron - 7,5 g.i.a/100L de água, teflubenzuron – 7,5 g.i.a/100L de água, spinosad - 12 g.i.a/100L de água, clorpirifós - 120 g.i.a/100L de água e testemunha (água). Dois dias após a emergência, sete casais de cada espécie por tratamento foram individualizados e alimentados com a mesma solução de mel por três dias consecutivos. Durante este período, 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para as fêmeas de cada espécie. Após a emergência dos adultos repetiu-se o mesmo procedimento de oferta de ovos descrito acima, obtendo-se a geração F₂, no entanto as fêmeas receberam mel sem inseticida. A longevidade das fêmeas dos parasitóides não foi afetada pela ingestão de mel contendo inibidores da síntese de quitina. A longevidade dos machos foi significativamente afetada pelos tratamentos. Os inseticidas clorpirifós e spinosad causaram rápida mortalidade em 100% dos adultos. O número de ovos parasitados por fêmeas alimentadas com mel contendo inibidores da síntese de quitina (geração F₁) não foi afetado. Quando fêmeas da geração F₁ receberam ovos hospedeiros e mel sem inseticida foram constatadas diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos com teflubenzuron e diflubenzuron, onde a capacidade de parasitismo das fêmeas de *T. atopovirilia* e de *T. acacioi*, respectivamente, diminuiu em relação à testemunha e aos outros tratamentos. Clorpirifós e spinosad foram extremamente tóxicos às três espécies de parasitóides.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, lagarta da soja, seletividade, alimentação.

Introdução

Insetos benéficos exercem função indispensável no controle de várias pragas e são o centro de interesse das pesquisas para o desenvolvimento sustentável do manejo integrado de pragas (MIP) (Amano & Haseeb 2001). Quando parasitóides são incorporados ao MIP, torna-se necessário compreender como outros componentes do sistema MIP, especialmente o uso de inseticidas, interfere no sucesso destes agentes (Umoru *et al.* 1996).

A eficiência de parasitóides de ovos como agentes de controle biológico pode ser afetada por inseticidas, não só pela mortalidade direta, mas também por efeitos subletais nos atributos biológicos como fecundidade, longevidade, viabilidade dos ovos, razão sexual e na eficiência do forrageamento (Habtu & Samsøe-Peterson 1987).

Segundo Stapel *et al.* (2000), avaliações sobre a compatibilidade de um inseticida com agentes de controle biológico são com freqüência baseadas em testes incompletos de *screening*, os quais avaliam, em geral, três fatores: (1) insetos são expostos diretamente ao inseticida ignorando rotas alternativas como, por exemplo, a ingestão de presas contaminadas; (2) muitos testes avaliaram apenas um estágio de desenvolvimento do inseto, enquanto que outros estágios podem ser afetados, e (3) a mortalidade é freqüentemente o único fator avaliado, enquanto que efeitos como alteração no comportamento, diminuição na reprodução e na longevidade, podem ser grandemente afetados. Estudos sobre o impacto de aplicações de inseticidas sobre fontes de alimento para *Trichogramma* spp. ainda são escassas na literatura. Zaki & Gesraha (1987) avaliaram o efeito da ingestão de mel contendo inseticida sobre a longevidade de *Trichogramma evanescens* Westwood.

Liberações de *Trichogramma* spp. para o controle de pragas podem ser beneficiadas pela presença de alimento no campo. Estudos de laboratório demonstraram

que o fornecimento de alimento, na forma de açúcar, aumentou a longevidade e fecundidade de *Trichogramma platneri* Nagarkatti e *Trichogramma minutum* Riley (Hohmann *et al.* 1988, Leatemala *et al.* 1995). Em trabalhos de campo Smith *et al.* (1986) constataram aumento do parasitismo de ovos hospedeiros por *T. minutum* em gaiolas quando estes foram alimentados com mel, em relação aos que foram privados de alimento por quatro dias. Treacy *et al.* (1987) constataram maior porcentagem de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) parasitados por *T. pretiosum* Riley na presença de plantas de algodão com nectários em comparação a plantas sem nectários.

Segundo Evans (1994) *apud* Lundgren *et al.* (2002) uma das fontes de alimento utilizadas por *Trichogramma* spp. é o açúcar, o qual está disponível no campo na forma de *honeydew* e néctar. O néctar é uma fonte de alimento vital para parasitóides, pois contém tanto aminoácidos como açúcares (Baker & Baker 1973) e pode ser encontrado em nectários florais (Stapel *et al.* 2000). Segundo Waller & Baker (1979), inseticidas sistêmicos podem ser transportados para todas as partes de uma planta tratada e permanecer por algumas semanas. Aplicações de inseticidas podem contaminar o néctar como constatado por Cate *et al.* (1972), os quais verificaram alta mortalidade do parasitóide *Campoplex perdinctus* (Viereck) (Hymenoptera: Braconidae) ao se alimentar de néctar até seis semanas após a aplicação de inseticidas. Alta mortalidade e redução na fertilidade também foram relatadas em *Apis mellifera* (L.) após alimentarem-se de açúcar contendo inseticidas (Waller & Barker 1979).

Tendo em vista que o estágio adulto dos insetos é, em geral, o mais susceptível aos inseticidas (Bartleti 1966), que o sucesso da reprodução de parasitóides pode ser melhorado quando requerimentos básicos, como alimento, estão disponíveis (Stapel *et al.* 1997) e que nos capítulos anteriores as espécies *T. pretiosum*, *Trichogramma acacioi* Brum, Moraes & Soares, *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner foram as mais

tolerantes aos inseticidas, o presente estudo teve por objetivo avaliar a longevidade e a fecundidade de adultos destas três espécies, quando alimentados com mel contendo inseticida.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, e seus parasitóides foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo 1.

EXPERIMENTO

Adultos de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia* recém emergidos de 20 ovos de *A. gemmatalis* a $25^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas foram alimentados *ad libitum* com solução de mel a 70% contendo lufenuron (Match – inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, diflubenzuron (Dimilin - inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, teflubenzuron (Nomolt - inibidor da síntese de quitina) – 7,5 g i.a./ha, spinosad (Tracer – Naturalyte) - 12 g i.a./ha, clorpirifós (Lorsban - neurotóxico) - 120 g i.a./ha e testemunha (água). O mel foi trocado diariamente e a longevidade de machos e fêmeas foi registrada. Dois dias após receberem mel com inseticidas, sete casais de cada espécie por tratamento, foram individualizados em tubos de vidro e alimentados com a mesma solução de mel por três dias consecutivos. Durante este período, 20 ovos de *A. gemmatalis* foram ofertados diariamente para cada fêmea de *T. pretiosum*, *T. acacioi* e *T. atopovirilia*, obtendo-se a geração F₁. Diariamente o mel foi trocado e novas posturas foram ofertadas. Após este período as fêmeas foram eliminadas. Registrou-se o número de ovos parasitados e de descendentes produzidos.

Os ovos ofertados foram mantidos em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Após a emergência dos adultos que foram originados no primeiro dia da geração F_1 , repetiu-se o mesmo procedimento de oferta de ovos descrito acima, obtendo-se a geração F_2 , no entanto as fêmeas receberam mel sem inseticida. Registrou-se o número de ovos parasitados e de descendentes produzidos.

Para apresentação dos dados, o número de ovos parasitados por fêmea no primeiro, segundo e terceiro dias foram somados. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

Resultados e Discussão

A longevidade das fêmeas de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* parasitóides não foi afetada pela ingestão de mel contendo inibidores da síntese de quitina (Tabela 1). Apesar de não terem sido constatadas diferenças estatísticas, a ingestão de mel contendo diflubenzuron tendeu a aumentar a longevidade das fêmeas das três espécies, em relação aos outros tratamentos e à testemunha.

A longevidade dos machos foi significativamente afetada pelos tratamentos. Machos de *T. pretiosum* foram mais longevos quando alimentados com mel contendo diflubenzuron, em relação aos alimentados com mel e outros inibidores da síntese de quitina, no entanto não diferiram da testemunha. Por outro lado, machos desta mesma espécie tiveram sua longevidade reduzida pela ingestão de lufenuron, quando comparado à testemunha (Tabela 1).

Assim como verificado neste estudo, Zaki & Gesraha (1987) não constataram efeito adverso na longevidade de *T. evanescens* devido à ingestão da solução de mel contendo diflubenzuron, sendo esta a única referência sobre o efeito da ingestão de inseticidas por

espécies de *Trichogramma*. A ingestão de teflubenzuron pelo parasitóide larval *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) causou mais de 14% de mortalidade dos adultos em relação à testemunha (Haseeb & Amano 2002).

Tabela 1. Longevidade de fêmeas e machos de *Trichogramma* spp. (Média ± E.P.) alimentados com mel contendo inseticida¹.

Inseticida	espécie	Longevidade de fêmeas	Longevidade de machos
Testemunha	<i>T. pretiosum</i>	6,5 ± 0,38 a	9,8 ± 2,05 ab
	<i>T. atopovirilia</i>	7,8 ± 0,26 a	5,9 ± 0,18 cd
	<i>T. acacioi</i>	5,6 ± 0,26 a	4,6 ± 0,29 de
Diflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	12,9 ± 3,95 a	11,9 ± 0,45 a
	<i>T. atopovirilia</i>	12,8 ± 0,33 a	6,1 ± 0,41 cd
	<i>T. acacioi</i>	9,1 ± 0,46 a	4,6 ± 0,27 de
Lufenuron	<i>T. pretiosum</i>	5,4 ± 0,39 a	4,5 ± 0,21 de
	<i>T. atopovirilia</i>	6,4 ± 0,09 a	6,4 ± 0,19 cd
	<i>T. acacioi</i>	3,5 ± 0,15 a	2,5 ± 0,17 e
Teflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	4,53 ± 0,44 a	7,7 ± 0,34 bc
	<i>T. atopovirilia</i>	8,7 ± 0,18 a	6,8 ± 0,34 bcd
	<i>T. acacioi</i>	5,72 ± 0,39 a	4,2 ± 0,20 de
Spinosad	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-
Clorpirifós	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Os inseticidas clorpirifós e spinosad causaram rápida mortalidade dos adultos, entre 10 e 15 minutos após o contato com o mel contendo clorpirifós, e com spinosad, aproximadamente, após uma hora ocorreu 100% de mortalidade dos adultos. Apesar

deste rápido efeito sobre os adultos, a ingestão destes produtos não pode ser completamente descartada; no entanto, os estudos anteriores relataram a alta toxicidade de clorpirifós quando em contato com espécies do gênero *Trichogramma* (Hohmann 1991, 1993); segundo a literatura, spinosad apresenta efeito tanto de contato como de ingestão (Boyd & Boethel 1998). A partir dos resultados dos Capítulos I e III deste estudo e dos resultados obtidos por Cõnsoli *et al.* (2001) pode-se constatar que spinosad apresentou maior efeito de contato do que de ingestão, causando alta mortalidade de adultos de *Trichogramma* spp. pelo contato com o produto.

O número de ovos parasitados por fêmea alimentada com mel contendo inibidores da síntese de quitina (geração F₁) foi estatisticamente igual à testemunha de cada uma das espécies (Tabela 2). Por outro lado, Zaki & Gesraha (1987) constataram diminuição no número de ovos parasitados por *T. evanescens* alimentados com mel contendo diflubenzuron em relação à testemunha. A ingestão de teflubenzuron pelo parasitóide *C. plutellae* causou redução no número de larvas parasitadas em relação à testemunha (Haseeb & Amano 2002). Neste estudo o número de adultos de *T. atopovirilia* emergidos destes ovos foi estatisticamente maior nos tratamentos com diflubenzuron, lufenuron e teflubenzuron em relação à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2. Número de ovos parasitados e parasitóides emergidos de *Trichogramma* spp. (Média \pm E.P.) alimentados com mel contendo inseticida (F₁)¹.

Inseticida	espécie	Ovos parasitados	Parasitóides emergidos
Testemunha	<i>T. pretiosum</i>	31,2 \pm 2,24 ab	55,0 \pm 5,24 bcd
	<i>T. atopovirilia</i>	29,5 \pm 4,59 abc	46,3 \pm 5,07 cde
	<i>T. acacioi</i>	16,5 \pm 1,95 bcd	21,0 \pm 3,32 ef
Diflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	25,6 \pm 4,54 bc	42,9 \pm 7,70 cde
	<i>T. atopovirilia</i>	44,1 \pm 1,98 a	76,8 \pm 2,60 ab
	<i>T. acacioi</i>	11,1 \pm 2,88 d	14,8 \pm 4,94 ef
Lufenuron	<i>T. pretiosum</i>	17,6 \pm 6,66 bcd	29,1 \pm 11,52 def
	<i>T. atopovirilia</i>	44,1 \pm 3,73 a	87,9 \pm 5,12 a
	<i>T. acacioi</i>	10,6 \pm 1,59 d	13,4 \pm 2,64 ef
Teflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	18,7 \pm 3,85 bcd	30,5 \pm 4,73 de
	<i>T. atopovirilia</i>	30,7 \pm 3,44 ab	74,2 \pm 7,87 abc
	<i>T. acacioi</i>	12,8 \pm 3,07 cd	17,2 \pm 4,00 ef
Spinosad	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-
Clorpirifós	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Quando fêmeas da geração F₁ receberam ovos hospedeiros e mel sem inseticida foram constatadas diferenças estatisticamente significativas nos tratamentos com teflubenzuron onde a capacidade de parasitismo das fêmeas de *T. atopovirilia* e de *T. acacioi* diminuiu em relação à testemunha e aos outros tratamentos (Tabela 3). Lufenuron e diflubenzuron diminuíram significativamente capacidade de parasitismo das fêmeas de *T. pretiosum* e *T. acacioi*, respectivamente. Teflubenzuron e diflubenzuron reduziram o número de parasitóides emergidos de *T. atopovirilia* e *T. acacioi*, respectivamente. Os

outros inibidores da síntese de quitina não afetaram a capacidade de parasitismo e o número de parasitóides emergidos (Tabela 3).

Clorpirifós e spinosad foram extremamente tóxicos às três espécies de parasitóides. Os inibidores da síntese de quitina não afetaram a longevidade de fêmeas e machos de *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* e *T. acacioi* em relação à testemunha. O número de ovos parasitados pela geração F₁ não foi afetado. A capacidade de parasitismo das fêmeas de *T. atopovirilia* e *T. acacioi*, na geração F₂, foi afetada pelos tratamentos com teflubenzuron e diflubenzuron respectivamente. Sendo assim os inibidores da síntese de quitina podem ser utilizados em programas de manejo integrado de pragas por serem seletivos aos parasitóides avaliados quando ingeridos juntamente com o alimento.

Tabela 3. Número de ovos parasitados e parasitóides emergidos de *Trichogramma spp.* (Média \pm E.P.) da geração F₂¹.

Inseticida	espécie	Ovos parasitados	Parasitóides emergidos
Testemunha	<i>T. pretiosum</i>	38,4 \pm 6,1 a	74,8 \pm 12,06 ab
	<i>T. atopovirilia</i>	51,2 \pm 2,22 a	87,2 \pm 3,84 a
	<i>T. acacioi</i>	23,5 \pm 3,17 cd	36,7 \pm 6,42 d
Diflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	45,9 \pm 1,57 a	83,3 \pm 6,20 a
	<i>T. atopovirilia</i>	49,6 \pm 1,81 a	86,3 \pm 2,78 a
	<i>T. acacioi</i>	4,3 \pm 2,32 e	6,50 \pm 3,97 e
Lufenuron	<i>T. pretiosum</i>	28,3 \pm 4,91 bc	52,0 \pm 7,81 b
	<i>T. atopovirilia</i>	50,57 \pm 1,27 a	89,1 \pm 4,51 a
	<i>T. acacioi</i>	6,50 \pm 6,50 de	9,5 \pm 9,5 de
Teflubenzuron	<i>T. pretiosum</i>	41,2 \pm 3,11 ab	68,0 \pm 5,54 ab
	<i>T. atopovirilia</i>	32,7 \pm 4,44 bc	59,3 \pm 7,29 bc
	<i>T. acacioi</i>	22,8 \pm 3,59 cd	35,3 \pm 5,74 cd
Spinosad	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-
Clorpirifós	<i>T. pretiosum</i>	-	-
	<i>T. atopovirilia</i>	-	-
	<i>T. acacioi</i>	-	-

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Literatura citada

- Amano, H. & M. Hasseb. 2001.** Recently-proposed methods and concepts of testing the effects of pesticide on the beneficial mite and insect species: study limitations and implication in IPM. *Appl. Entomol. Zool.* 36: 1-11.
- Baker, H.G. & I. Baker. 1973.** Amino-acids in nectar and their evolutionary significance. *Nature* 241: 543-545.
- Bartleti, B. 1966.** Toxicity and acceptance of some pesticides fed to parasitic hymenoptera and predatory coccinellids. *J. Econ. Entomol.* 59: 1142-1149.
- Boyd, M.L. & D.J. Boethel. 1998.** Residual toxicity of selected insecticides to heteropteran predaceous species (Heteroptera: Lygaeidae, Nabidae, Pentatomidae) on soybean. *Environ. Entomol.* 27: 154-160.
- Cate Jr., J.R., R.L. Ridgway & P.D. Lingren. 1972.** Effects of systemic insecticides applied to cotton on adults of an Ichneumonid parasite, *Campoletis perdinctus*. *J. Econ. Entomol.* 65: 484-488.
- Cônsoli, F.L., P.S.M. Botelho & J.R.P. Parra. 2001.** Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae). *J. Appl. Ent.* 125: 37-43.
- Evans, E.W. 1994.** Indirect interactions among phytophagous insects: aphids, honeydew and natural enemies, pp. 287-298. *In* S.R. Leather, A.D. Watt, N.J. Mills & K.F.A. Walters (eds.), individuals, populations and patterns in ecology. Intercept Publishing, Andover, UK.
- Habtu, F. & L. Samsoe-Petersen. 1987.** Semi-field method testing side effects of pesticides on adults of the parasitic wasp *Encarsia formosa* (Gahan) (Hym., Aphelinidae). *J. Appl. Ent.* 104: 473-479.

- Haseeb, M. & H. Amano. 2002.** Effects of contact, oral and persistent toxicity of selected pesticides on *Cotesia plutellae* (Hym., Braconidae), a potential parasitoid of *Plutella xylostella* (Lep., Plutellidae). J. Appl. Ent. 126: 8-13.
- Hohmann, C.L. 1991.** Efeito de diferentes inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). An. Soc. Entomol. Brasil 20: 59-65.
- Hohmann, C.L. 1993.** Efeito de alguns inseticidas sobre adultos de *Trichogramma pretiosum* Riley. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 563-567.
- Hohmann, C.L., R.F. Luck & E.R. Oatman. 1988.** A comparison of longevity and fecundity of adult *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared from eggs of the cabbage looper and the angumous grain moth, with and without access to honey. J. Econ. Entomol. 81: 1307-1312.
- Leatemia, J.A., J.E. Laing & J.E. Corrigan. 1995.** Effects of adult nutrition on longevity, fecundity, and offspring sex ratio of *Trichogramma minutum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Can. Entomol. 127: 245-254
- Lundgren, J.G., G.E. Heimpel & A. Bomgren. 2002.** Comparison of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) augmentative with organic and synthetic pesticides for control of cruciferous Lepidoptera. Environ. Entomol. 31: 1231-1239.
- Smith, S.M., M. Hubbes & J.R. Carrow. 1986.** Factors affecting inundative releases of *Trichogramma minutum* Ril. against the spruce budworm. J. Appl. Entomol. 101: 29-39.

- Stapel, J.O., A.M. Cortesero & W.J. Lewis. 2000.** Disruptive sublethal effects of insecticides on biological control altered foraging ability and life span of a parasitoid after feeding on extrafloral nectar of cotton treated with systemic insecticides. *Biol. Control* 17: 243-249.
- Stapel, J.O., A.M. Cortesero, C.M. Moraes, J.H. Tumlinson & W.J. Lewis. 1997.** Extrafloral nectar, honeydew, and sucrose effects on searching behavior and efficiency of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in cotton. *Environ. Entomol.* 26: 617-623.
- Treacy, M.F., J.H. Benedict, M.H. Walmsley, J.D. Lopes & R.K. Morrison. 1987.** Parasitism of bollworm (Lepidoptera: Noctuidae) eggs on nectaried and nectariless cotton. *Environ. Entomol.* 16: 420-423.
- Umoru, P.A., W. Powell & S.J. Clark. 1996.** Effect of pirimicarb on the foraging behaviour of *Diaeretiella rapae* (Hymenoptera: Braconidae) on host-free and infested oilseed rape plants. *Bull. Entomol. Res.* 86: 193-201.
- Waller, G.D. & R.J. Barker. 1979.** Effects of dimethoate on honey bee colonies. *J. Econ. Entomol.* 72: 549-551.
- Zaki, F.N. & H.A. Gesraha. 1987.** Evaluation of zertel and diflubenzuron on biological aspects of the egg parasitoid, *Trichogramma evanescens* Westw. and the aphid lion *Chrysoperla carnea* Steph. *J. Appl. Entomol.* 104: 63-69.

CAPÍTULO V

COMPETITIVIDADE DE *Trichogramma pretiosum* Riley E *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Anticarsia gemmatalis* Hübner TRATADOS COM INSETICIDAS

COMPETITION BETWEEN *Trichogramma pretiosum* Riley AND *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN HOST EGGS OF *Anticarsia gemmatalis* Hübner TREATED WITH INSECTICIDE

ABSTRACT – Competition between *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. atopovirilia* Oatman & Platner was assayed when eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner were treated with insecticides. Twenty eggs of *A. gemmatalis* were glued in paper card and sprayed either with lufenuron – 7.5 g a.i./100L of water, diflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, teflubenzuron – 7.5 g a.i./100L of water, spinosad - 12 g a.i./100L of water, chlorpyrifos - 120 g a.i./100L of water and control (water). The cards containing the eggs were individualized in tubes with a female of *T. pretiosum* and *T. atopovirilia*. Females were fed with honey and after 24 hours of exposure to the eggs were eliminated. Host eggs were maintained at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ until emergence of adults. The species *T. pretiosum* and *T. atopovirilia* were differentiated by the color of the adults. The number of adults of *T. pretiosum* was greater than *T. atopovirilia* in control and treatments with teflubenzuron and diflubenzuron, but statistical differences were not verified with diflubenzuron. These results showed that independently of the insecticides, females of *T. pretiosum* were more efficient in parasitizing host eggs than *T. atopovirilia*. The number of parasitoids emerged was the same for both species. Competition of *T. pretiosum* for host eggs treated with lufenuron decreased significantly the number of parasitized eggs in relation to the control. Chlorpyrifos was harmful to both species. Lufenuron and spinosad decreased parasitism of *T. pretiosum* and *T. atopovirilia*. Competition between *T. pretiosum* and *T. atopovirilia* for host eggs treated with teflubenzuron and diflubenzuron benefit *T. pretiosum*.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, competition, selectivity.

RESUMO – Avaliou-se a competitividade entre *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. atopovirilia* Oatman & Platner quando da oferta de ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner tratados com inseticidas. Vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas de cartolina e pulverizados com lufenuron - 7,5 g i.a./100L de água, diflubenzuron - 7,5 g i.a./100L de água, teflubenzuron – 7,5 g i.a./100L de água, spinosad - 12 g i.a./100L de água, clorpirifós - 120 g i.a./100L de água e testemunha (água). As cartelas foram individualizadas em tubos de vidro contendo uma fêmea de *T. pretiosum* e uma de *T. atopovirilia*. As fêmeas foram alimentadas com filetes de mel e após um período de 24 horas, para o parasitismo, foram eliminadas. Os ovos foram mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. A diferenciação entre as duas espécies de *Trichogramma* foi realizada com base na coloração dos insetos mortos. Na testemunha e nos tratamentos com teflubenzuron e diflubenzuron foi constatado maior número de adultos de *T. pretiosum* do que de adultos de *T. atopovirilia*, no entanto diferenças estatísticas não foram constatadas com aplicação de diflubenzuron. Estes resultados indicam que independentemente dos produtos utilizados, fêmeas de *T. pretiosum* foram mais eficientes no parasitismo dos ovos do que as fêmeas de *T. atopovirilia*. Nos tratamentos com lufenuron e spinosad o número de parasitóides emergidos apresentou-se estatisticamente igual entre as duas espécies. A competição de *T. pretiosum* por ovos pulverizados com lufenuron diminuiu significativamente o número de ovos parasitados em relação à testemunha. A aplicação de clorpirifós foi tóxica para as duas espécies, e o tratamento com lufenuron como com spinosad diminuiu o potencial de parasitismo. Na competição entre *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* por ovos tratados com teflubenzuron e diflubenzuron a espécie *T. pretiosum* foi favorecida.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, competição, seletividade.

Introdução

Como alternativa ao uso abusivo de inseticidas, parasitóides do gênero *Trichogramma* têm sido utilizados com bastante intensidade, ao redor do mundo, em programas de controle biológico (Ciociola *et al.* 1999). O efeito de produtos químicos sobre *Trichogramma* spp. depende de muitos fatores, particularmente da espécie, do manejo que é realizado na área, do inseticida e da frequência de utilização destes produtos (Navarro & Marcano 2000). Para manejar a interação entre os controles químico e biológico, é necessário conhecer as formas de seletividade e as condições de uso de um inseticida, para reduzir ou eliminar o seu impacto sobre os inimigos naturais (Corso *et al.* 1999); além disso, faz-se necessário o conhecimento da toxicidade de diferentes inseticidas sobre o complexo de inimigos naturais em um agroecossistema (Mani & Krishnamoorthy 1986).

O parasitóide de ovos, *Trichogramma pretiosum* Riley, é uma das espécies mais utilizadas para o controle de lepidópteros-praga no mundo. Na região sul do Brasil, dentre as cinco espécies de *Trichogramma* constatadas parasitando ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, *T. pretiosum* é a espécie mais abundante (Foerster & Avanci 1999). Segundo Avanci (2004), este parasitóide pode ser uma alternativa viável e complementar a outras formas de controle, podendo contribuir de forma significativa para programas de manejo integrado da lagarta da soja *A. gemmatalis*. A espécie *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner foi constatada pela primeira vez em ovos de *A. gemmatalis* por Foerster & Avanci (1999). Segundo Avanci (2004) a frequência desta espécie em ovos de *A. gemmatalis* é baixa, porém a sua capacidade de parasitismo é semelhante à de *T. pretiosum* nas temperaturas entre 25° e 30°C.

Linhas de *Trichogramma* spp. podem apresentar respostas diferenciadas aos diversos compostos químicos (Carvalho *et al.* 1999); esses autores constataram

respostas diferenciadas de duas linhagens de *T. pretiosum* ao inseticida cartap. As linhagens de *T. pretiosum* estudadas por Carvalho *et al.* (2001) apresentaram respostas diferenciadas aos compostos tebufenozide e deltametrina, enquanto que Navarro & Marcano (2000) constataram que fêmeas de *T. pretiosum* foram mais tolerantes que as de *T. atopovirilia*, frente aos inseticidas cipermetrina, endosulfan, monocrotofós, pirimicarb e tiodicarb.

Vários estudos já foram realizados sobre a competição intraespecífica de *Trichogramma* spp. por um único hospedeiro (Vinson 1972, Vinson & Ables 1980, Tavares & Voegelé 1990). No entanto, não existe na literatura, estudos que tenham avaliado a susceptibilidade diferencial entre espécies de *Trichogramma* por ovos tratados com produtos químicos; sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo verificar a competitividade entre *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* quando da oferta de ovos de *A. gemmatalis* tratados com inseticidas.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *A. gemmatalis*, e as duas espécies de parasitóides foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo 1.

EXPERIMENTO

O experimento foi realizado em câmara climatizada a 25°C e fotofase de 14 horas. Vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados com água em cartelas de cartolina azul. Dez cartelas por tratamento, com auxílio de pulverizador costal, foram pulverizadas com lufenuron (Match – inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, diflubenzuron (Dimilin - inibidor da síntese de quitina) - 7,5 g i.a./ha, teflubenzuron (Nomolt - inibidor da síntese de

quitina) – 7,5 g i.a./ha, spinosad (Tracer – Naturalyte) - 12 g i.a./ha, clorpirifós (Lorsban - neurotóxico) - 120 g i.a./ha e testemunha (água). As cartelas foram mantidas em temperatura ambiente para secarem durante duas horas, e em seguida, foram individualizadas em tubos de ensaio contendo uma fêmea de *T. pretiosum* e uma de *T. atopovirilia*. As fêmeas foram alimentadas com filetes de mel, e após um período de 24 horas, para o parasitismo, foram eliminadas. Os ovos foram mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Registrou-se o número de ovos parasitados e o número de parasitóides emergidos para cada espécie.

A diferenciação entre as duas espécies de *Trichogramma* spp. foi realizada com base na coloração dos insetos mortos. De acordo com Pinto *et al.* (1978) *T. pretiosum* apresenta coloração amarelo-clara e *T. atopovirilia*, segundo Oatman & Platner (1983), coloração marrom-escura.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa Statistica 5.0..

Resultados e Discussão

As espécies *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* foram capazes de parasitar ovos de *A. gemmatilis* tratados com os inseticidas diflubenzuron, lufenuron, teflubenzuron e spinosad quando competindo pelos mesmos ovos (tabela 1). Assim como constatado no Capítulo I, a aplicação de clorpirifós inviabilizou o parasitismo dos ovos tanto por *T. pretiosum* como por *T. atopovirilia*.

Na testemunha e nos tratamentos com teflubenzuron e diflubenzuron foi constatado maior número de adultos de *T. pretiosum* do que de adultos de *T. atopovirilia*, no entanto diferenças estatísticas não foram constatadas com aplicação de diflubenzuron (Tabela 1). Estes resultados indicaram que independentemente dos produtos utilizados, fêmeas de *T.*

pretiosum foram mais eficientes no parasitismo dos ovos do que as fêmeas de *T. atopovirilia*. Segundo Kuhlmann & Mills (1999), *T. pretiosum* apresentou-se como uma espécie mais fecunda do que *Trichogramma platneri* Nagarkatti e *Trichogramma minutum* Riley. Além de *T. pretiosum* apresentar alta fecundidade, a competição pelos mesmos ovos pode ter ocasionado um efeito adverso na capacidade de parasitismo de *T. atopovirilia* como constatado por Pak & Oatman (1982) os quais verificaram que a competição interespecífica entre *T. pretiosum* e *Trichogramma brevicapillum* Pinto & Platner afetou negativamente a reprodução de *T. brevicapillum*.

Nos tratamentos com lufenuron e spinosad o número de parasitóides emergidos apresentou-se estatisticamente igual entre as duas espécies (Tabela 1). A competição de *T. pretiosum* por ovos pulverizados com lufenuron diminuiu significativamente o número de ovos parasitados em relação à testemunha. Assim no Capítulo I, a aplicação de lufenuron diminuiu a emergência de *T. pretiosum*. Cònsoli *et al.* (2001) constataram redução na emergência de *Trichogramma galloi* Zucchi quando lufenuron foi aplicado sobre ovos hospedeiros antes do parasitismo.

Tabela 1. Parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* provenientes de ovos *Anticarsia gemmatalis* tratados com diferentes inseticidas.¹

Inseticida	Parasitóides emergidos	
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>
Testemunha	27,4 \pm 1,54 aA	12,8 \pm 3,68 abB
Diflubenzuron	22,4 \pm 3,00 aA	15,4 \pm 4,23 aA
Lufenuron	4,1 \pm 1,81 bcA	4,2 \pm 2,44 bcA
Teflubenzuron	25,8 \pm 2,17 aA	8,6 \pm 1,77 bcB
Spinosad	3,8 \pm 1,12 cdA	2,5 \pm 0,60 bcA
Clorpirifós	0,0 \pm 0,00 dA	0,0 \pm 0,00 cA

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

A razão sexual da progênie não diferiu estatisticamente da testemunha nos tratamentos com diflubenzuron, teflubenzuron e spinosad; já o inseticida lufenuron causou redução significativa na razão sexual de *T. atopovirilia* em relação à testemunha (Tabela 2).

A aplicação de clorpirifós foi tóxica tanto para *T. pretiosum* como para *T. atopovirilia*. O tratamento com lufenuron e spinosad diminuiu o potencial de parasitismo das duas espécies avaliadas. Na competição de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* por ovos tratados com teflubenzuron *T. pretiosum* foi favorecida.

Tabela 2. Razão sexual (Média \pm E.P.) de *T. pretiosum* e *T. atopovirilia* provenientes de ovos *Anticarsia gemmatalis* tratados com diferentes inseticidas.¹

Inseticida	Razão sexual	
	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. atopovirilia</i>
Testemunha	0,25 \pm 0,04 aA	0,17 \pm 0,04 aA
Diflubenzuron	0,20 \pm 0,04 aA	0,13 \pm 0,05 aA
Lufenuron	0,20 \pm 0,10 aA	0,04 \pm 0,02 bA
Teflubenzuron	0,33 \pm 0,08 aA	0,10 \pm 0,03 abA
Spinosad	0,22 \pm 0,10 aA	0,09 \pm 0,04 abA
Clorpirifós	-	-

¹ Médias seguidas de mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Literatura citada

- Avanci, M.R.F. 2004.** Espécies de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que ocorrem em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) no sudeste do Brasil: parasitismo natural, bioecologia, exigências térmicas e estocagem em baixas temperaturas. Tese de Doutorado, UFPR, Curitiba, 116p.
- Carvalho, G. A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 1999.** Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa de vegetação. Ciênc. agrotec. 23: 771-776.
- Carvalho, G. A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2001.** Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cienc. Agrotec. 25: 583-591.
- Ciociola, J.A.L., L.C. Diniz, M.S. Zacarias & A.R. Carvalho. 1999.** Impacto de inseticidas sobre a emergência de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Cienc. Agrotec. 23: 589-592.
- Cônsoli, F.L., P.S.M. Botelho & J.R.P. Parra. 2001.** Selectivity of insecticides to the egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hym., Trichogrammatidae). J. Appl. Ent. 125: 37-43.
- Corso, I.C., D.L. Gazzoni & M.E. Nery. 1999.** Efeito de doses de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitóides de pragas de soja. Pesq. Agropec. Bras. 34: 1529-1538.
- Foerster, L.A. & M.R.F. Avanci. 1999.** Egg parasitoids of *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean. An. Soc. Entomol. Brasil 28: 511-514.

- Kuhlmann, U. & N.J. Mills. 1999.** Comparative analysis of the reproductive attributes of three commercially-produced *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biocontrol Sci. Technol.* 9: 335-346.
- Mani, M. & A. Krishnamoorthy. 1986.** Susceptibility of *Telenomus remus* Nixon, an exotic parasitoid of *Spodoptera litura* (F.) to some pesticides. *Trop. Pest. Managem.* 32: 49-51.
- Navarro, R.V. & R. Marciano. 2000.** Efecto de diferentes insecticidas sobre el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley e *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner en huevos de *Helicoverpa zea* (Boddie). *Agronomia Trop.* 50: 337-345.
- Oatman, E.R. & G.R. Platner. 1983.** A new species on *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with notes on other species collected in Guatemala. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 85: 710-713.
- Pak, G.A. & E.R. Oatman. 1982.** Comparative life table, behavior and competition studies of *Trichogramma brevicapillum* and *T. pretiosum*. *Ent. Exp. & appl.* 32: 68-79.
- Pinto, J.D., G.R. Platner & E.R. Oatman. 1978.** Clarification of the identity of several common species of North American *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 71: 169-179.
- Tavares, J. & J. Voegelé. 1990.** Interspecific competition between three species of the genus *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae). *Colloques dell'INRA* 56: 45-48.
- Vinson, S.B. & J. Ables. 1980.** Interspecific competition among endoparasitoids of tobacco budworm larvae (Lep., Noctuidae). *Entomophaga* 25: 357-362.
- Vinson, S.B. 1972.** Competition and host discrimination between two species of tobacco budworm parasitoids. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65: 229-236.

CAPÍTULO VI

**EFEITO DE *Bacillus thuringiensis* Berliner SOBRE O PARASITÓIDE DE
OVOS *Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA:
TRICHOGRAMMATIDAE)**

EFFECT OF *Bacillus thuringiensis* Berliner TO EGG PARASITOID *Trichogramma pretiosum* Riley (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT – The toxicity of two *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) formulations was compared in relation to the capacity of parasitism, emergence and longevity of *Trichogramma pretiosum* Riley. Twenty eggs of *Anticarsia gemmatalis* Hübner were glued in paper cards and sprayed with Dipel (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) – 0.5 kg and 1.0 kg/100L of water, Xentari (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawa*) – 0.5 kg and 1.0 kg/100L of water and control (water). Paper cards were individualized in glass tubes with two females of *T. pretiosum*. The females were fed with honey. After 24 hours for parasitism, females survival was assessed and alive females were eliminated. To evaluate the effect of *Bt* on host eggs parasitized by *T. pretiosum*, twenty eggs of *A. gemmatalis* were glued on paper cards and offered to parasitism by two females of *T. pretiosum*. One and seven days after parasitism the eggs were sprayed with *Bt* formulations and maintained at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ until emergence of adults. To evaluate the longevity of adults of *T. pretiosum* fed with honey and *Bt*, newly emerged adults from *A. gemmatalis* eggs were fed *ad libitum* during all life with honey containing *Bt* in the concentrations described above. *T. pretiosum* was capable of parasitizing host eggs treated with Dipel and Xentari as well as eggs treated with Dipel at 1.0 Kg/100L of water. Only Xentari at the higher concentration decreased the number of host eggs parasitized. Application of Dipel and Xentari at both concentrations on eggs parasitized one and seven days before application did not affect the developmental time and emergence of *T. pretiosum* adults. Female longevity was affected by the ingestion of honey with Dipel and Xentari, at either concentration. Male longevity was not affected by the ingestion of honey with Dipel and Xentari at the recommended; however the ingestion of honey with Dipel and Xentari at twice the recommended concentration caused significant reduction in male longevity. The selectivity of Dipel and Xentari for *T. pretiosum* observed in this work demonstrates the possibility of utilization of these products in programs of pest management of the velvetbean caterpillar in soybeans.

KEY-WORDS: Insecta, egg parasitoids, selectivity, biopesticide, velvetbean caterpillar.

RESUMO – Avaliou-se a toxicidade de duas formulações de *Bacillus thuringiensis* Berliner (*Bt*) na capacidade de parasitismo, na emergência e na longevidade de *Trichogramma pretiosum* Riley. Para a avaliação da capacidade de parasitismo, vinte ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner foram colados em cartelas de cartolina e pulverizados com Dipel (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água, Xentari (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água e testemunha (água). As cartelas foram individualizadas em tubos de ensaio contendo uma fêmea de *T. pretiosum*, as quais foram alimentadas com filetes de mel. Para avaliação do efeito de *Bt* sobre ovos de *A. gemmatalis* parasitados por *T. pretiosum*, vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados em cartelas e ofertadas ao parasitismo, por duas fêmeas de *T. pretiosum*. Um e sete dias após o parasitismo as cartelas foram pulverizadas e ovos mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Para a avaliação da longevidade dos adultos de *T. pretiosum* alimentados com mel contendo *Bt*, adultos recém emergidos de ovos de *A. gemmatalis* foram alimentados *ad libitum* durante toda a vida com solução de mel contendo *Bt* nas concentrações descritas acima. O mel foi trocado diariamente e a longevidade de machos e fêmeas foi registrada. Fêmeas de *T. pretiosum* foram capazes de parasitar ovos de *A. gemmatalis* tratados com a concentração recomendada de Dipel e Xentari assim como com o dobro da concentração de Dipel. Somente a aplicação de Xentari a 1,0 kg/100L de água, diminuiu o número de ovos parasitados em relação à testemunha. A aplicação de Dipel e Xentari nas duas concentrações, sobre ovos parasitados um e sete dias antes da aplicação, não afetou o tempo de desenvolvimento e a porcentagem de emergência. A longevidade das fêmeas de *T. pretiosum* foi significativamente afetada pela ingestão de mel contendo Dipel e Xentari, nas duas concentrações, em relação à testemunha. A longevidade dos machos não foi afetada pela ingestão de mel contendo as concentrações recomendadas de Dipel e Xentari; por outro lado a ingestão de Dipel e Xentari no dobro da concentração recomendada causou redução significativa na longevidade dos machos. A alta seletividade das formulações de Dipel e de Xentari a *T. pretiosum* constatadas neste estudo demonstram a possibilidade de utilização destes produtos em programas de controle de pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, parasitóide de ovos, seletividade, biopesticida.

Introdução

A utilização de inimigos naturais em combinação com inseticidas seletivos é uma forma efetiva de controlar a densidade populacional de uma praga (Takada *et al.* 2001). Aplicações inundativas de pesticidas microbianos controlam efetivamente insetos-praga e são seguros para espécies não-alvo (Behle *et al.* 1997).

Bacillus thuringiensis Berliner (*Bt*) é um dos biopesticidas mais utilizados no mundo (Alam 2000) e suas variedades são patogênicas a um grande número de pragas, incluindo Lepidoptera e Diptera (Glare & O'Callaghan 1998). Segundo Scholz *et al.* (1998) a utilização de *Bt* não afeta predadores e parasitóides e complementa o controle de pragas realizado por inimigos naturais.

Pesticidas podem ter efeito negativo sobre a eficiência de espécies de *Trichogramma* em campo (Mertz *et al.* 1995). Alguns inseticidas podem ser extremamente tóxicos aos estágios imaturos de *Trichogramma* spp., como constatado nos capítulos anteriores; no entanto segundo Bull & Coleman (1985) biopesticidas podem ser totalmente compatíveis com espécies de *Trichogramma*. Losey *et al.* (1995) não constataram efeito negativo na interação entre *Trichogramma nubilale* Ertle & Davis e *Bt*.

Estudos anteriores demonstraram a baixa toxicidade de *Bt* a parasitóides de ovos (Hassan *et al.* 1983, Hassan 1994); Takada *et al.* (2001) não verificaram efeito adverso na emergência de adultos de *T. dendrolimi* (Matsumura) quando ovos parasitados foram tratados com *Bt*.

Tendo em vista que a segurança ambiental de diferentes linhagens de *Bt* no controle de pragas é bem documentada e que a toxicidade e os níveis de especificidade a organismos-alvo têm permitido a utilização de *Bt* em muitos programas de controle de pragas (Glare & O'Callaghan 1998), o presente estudo teve por objetivo avaliar a

toxicidade de diferentes formulações de *Bt* na capacidade de parasitismo e na emergência de *T. pretiosum* Riley.

Material e Métodos

CRIAÇÃO DE HOSPEDEIROS E PARASITÓIDES

O hospedeiro, *Anticarsia gemmatalis* Hübner, e seus parasitóides foram obtidos a partir de criações mantidas no Laboratório de Controle Integrado de Insetos da Universidade Federal do Paraná, conforme metodologia descrita no Capítulo 1.

EXPERIMENTOS

CAPACIDADE DE PARASITISMO - Para a avaliação da capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos tratados com *Bt*, em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas, vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados com água em cartela de cartolina azul (0,5 cm x 2,5 cm). Sete cartelas por tratamento foram pulverizadas com Dipel (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água, Xentari (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água e testemunha (água), utilizando-se um pulverizador manual com capacidade de 1,5 litros. As cartelas foram mantidas em temperatura ambiente para secarem por cerca de duas horas, e em seguida foram individualizadas em tubos de vidro de 1,0 cm x 10 cm, com uma fêmea de *T. pretiosum*, as quais foram alimentadas com filetes de mel. Após um período de 24 horas para o parasitismo, registrou-se o número de fêmeas sobreviventes e estas foram eliminadas. Os ovos foram mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Avaliaram-se o número de ovos parasitados, de adultos produzidos e a data de sua emergência. Foram realizadas sete repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

EMERGÊNCIA - Para avaliação do efeito de *Bt* sobre ovos de *A. gemmatalis* parasitados por *T. pretiosum*, em câmara climatizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas, vinte ovos de *A. gemmatalis* foram colados com água em cartela de cartolina azul (0,5 cm x 2,5 cm) e ofertados ao parasitismo durante 24 horas, por duas fêmeas de *T. pretiosum*. Um e sete dias após o parasitismo as cartelas foram pulverizadas com os mesmos produtos e concentrações citados anteriormente. Os ovos foram mantidos a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ até a emergência dos adultos. Registraram-se o número de adultos emergidos e a data de sua emergência. Foram realizadas sete repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

LONGEVIDADE - A avaliação da longevidade de adultos de *T. pretiosum* alimentados com mel contendo *Bt* foi realizada a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 14 horas. Adultos recém emergidos de ovos de *A. gemmatalis* foram alimentados *ad libitum* durante toda a vida com solução de mel a 70% contendo Dipel (*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água, Xentari (*Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*) – 0,5 kg e 1,0 kg/100L de água e testemunha (água). O mel foi trocado diariamente e a longevidade de machos e fêmeas foi registrada. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no programa Statistica 5.0.

Resultados e Discussão

CAPACIDADE DE PARASITISMO - A sobrevivência das fêmeas, que ovipositaram em ovos tratados, após 24 horas, foi de 100% em todos os tratamentos. Scholz (1994) não constatou efeito adverso na sobrevivência de adultos de *Trichogramma funiculatum* Carver, quando folhas pulverizadas com Dipel foram expostas aos adultos. Franz *et al.*

(1980), Hassan *et al.* (1983) e Hassan (1994) consideraram como fracamente tóxica a ação de Dipel sobre adultos de *Trichogramma cacoeciae* Marchal. Brunner *et al.* (2001) consideraram Dipel como fracamente tóxico para adultos de *Trichogramma platneri* Nagarkatti. Vieira *et al.* (2001) não constataram mortalidade significativa de *Trichogramma cordubensis* (Vargas & Cabello) quando em contato com ovos hospedeiros tratados com Dipel.

Fêmeas de *T. pretiosum* foram capazes de parasitar ovos de *A. gemmatalis* tratados com Dipel nas duas concentrações e com Xentari na concentração 0,5 kg/100L de água (Tabela 1). A aplicação de Xentari, na concentração 1,0 kg/100L de água, diminuiu o número de ovos parasitados em relação à testemunha. Da mesma forma, Carvalho *et al.* (2003) não verificaram efeito adverso de *Bt* sobre a capacidade de parasitismo da geração F1 de *T. pretiosum*.

Os estudos de Campbell *et al.* (1991) demonstraram que a aplicação de *Bt* sobre folhas não afetou o parasitismo de ovos de *Helicoverpa zea* (Boddie) por espécies de *Trichogramma*. Em experimentos em casa de vegetação, Tipping & Burbutis (1983) constataram que o parasitismo de ovos por *T. nubilale* não foi afetado pela aplicação de *Bt*.

O tempo de desenvolvimento e o número de parasitóides emergidos não foi afetado pela aplicação de Dipel e Xentari nas duas concentrações quando comparado à testemunha.

Tabela 1. Número de ovos parasitados, tempo de desenvolvimento e de parasitóides emergidos (Média \pm E.P.) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com *Bacillus thuringiensis* antes do parasitismo. ¹

Inseticida	Número de ovos parasitados	Tempo de desenvolvimento (dias)	Parasitóides emergidos
Testemunha	13,7 \pm 1,30 a	9,4 \pm 0,20 ab	31,3 \pm 3,48 a
Dipel 0,5kg	14,3 \pm 0,96 a	9,0 \pm 0,00 b	30,6 \pm 2,16 a
Xentari 0,5kg	12,6 \pm 0,96 ab	9,0 \pm 0,00 b	27,9 \pm 3,43 a
Dipel 1,0kg	12,0 \pm 0,70 ab	9,3 \pm 0,16 ab	26,1 \pm 2,10 a
Xentari 1,0kg	9,0 \pm 1,36 b	9,8 \pm 0,16 a	20,9 \pm 2,65 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

EMERGÊNCIA - A aplicação de Dipel e Xentari nas duas concentrações, sobre ovos parasitados um e sete dias antes da aplicação não afetou o tempo de desenvolvimento e a porcentagem da emergência (Tabela 2). Vieira *et al.* (2001) não constataram diferenças significativas no tempo de desenvolvimento de *Trichogramma cordubensis* quando Dipel foi aplicado sobre ovos parasitados; bem como Cleary & Scholz (2002) não observaram diferenças estatísticas na emergência de *T. pretiosum* em relação à testemunha, quando Dipel foi pulverizado sobre ovos parasitados. Dipel foi considerado por Hassan *et al.* (1987) como fracamente tóxico a *T. cacoeciae*. Takada *et al.* (2001) não constataram efeito adverso na emergência de adultos de *T. dendrolini* quando ovos parasitados foram tratados com *Bt* na formulação Toalow.

Tabela 2. Tempo de desenvolvimento e porcentagem de emergência (Média \pm E.P.) de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* tratados com *Bacillus thuringiensis* um e sete dias após o parasitismo (DAP).¹

Inseticida	DAP	Tempo de desenvolvimento	Porcentagem de emergência
Testemunha	1	9,1 \pm 0,14 a	100,0 \pm 0,00 a
	7	9,3 \pm 0,18 a	99,0 \pm 1,01 a
Dipel 0,5Kg	1	9,6 \pm 0,20 a	98,2 \pm 1,31 a
	7	9,0 \pm 0,00a	99,3 \pm 0,66 a
Xentari 0,5Kg	1	9,3 \pm 0,18 a	100,0 \pm 0,00 a
	7	9,0 \pm 0,00 a	99,1 \pm 0,84 a
Dipel 1,0Kg	1	9,3 \pm 0,18 a	97,0 \pm 1,52 a
	7	9,2 \pm 0,17 a	92,7 \pm 2,00 b
Xentari 1,0Kg	1	9,6 \pm 0,20 a	100,0 \pm 0,00 a
	7	9,1 \pm 0,13 a	99,4 \pm 0,60 a

¹ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

LONGEVIDADE – A longevidade dos machos não foi afetada pela ingestão de mel contendo as concentrações recomendadas de Dipel e Xentari (Tabela 3). A longevidade das fêmeas de *T. pretiosum* foi significativamente afetada pela ingestão de mel contendo Dipel e Xentari nas duas concentrações avaliadas, em relação à testemunha. Os diferentes tratamentos contendo *Bt* e mel não diferiram entre si (Tabela 3).

Não há na literatura estudos que relatem o efeito da ingestão de *Bt* por espécies de *Trichogramma*. Com outros himenópteros, Salama *et al.* (1991) verificaram que a longevidade de machos do parasitóide larval *Bracon brevicornis* Wesmael diminuiu significativamente em relação à testemunha, quando alimentados com solução de mel contendo Dipel tanto na concentração recomendada como em concentrações menores. Por outro lado, a longevidade de fêmeas não foi afetada. Kok & Acosta-Martinez (2001) não verificaram diferenças estatísticas na mortalidade dos adultos de *Cotesia orobanae*

Forbes em relação à testemunha quando o parasitóide foi alimentado com mel contendo *Bt*.

Os resultados deste estudo demonstraram que as formulações Dipel e Xentari são seletivas quando utilizadas na dose recomendada do produto; no entanto, a ingestão de Dipel e Xentari diminuiu a longevidade das fêmeas.

Tabela 3. Longevidade (dias) de fêmeas e machos de *Trichogramma pretiosum* (Média \pm E.P.) alimentados com mel contendo *Bacillus thuringiensis*¹.

Inseticida	Longevidade de machos	Longevidade de fêmeas
Testemunha	14,8 \pm 1,07 ab	22,2 \pm 0,64 a
Dipel 0,5kg	16,8 \pm 0,48 a	10,6 \pm 1,72 b
Xentari 0,5kg	13,8 \pm 1,18 ab	12,3 \pm 0,85 b
Dipel 1,0kg	11,0 \pm 0,88 b	8,8 \pm 0,90 b
Xentari 1,0kg	11,8 \pm 0,60 b	11,0 \pm 0,88 b

¹Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Literatura Citada

- Alam, G. 2000.** A Study of Biopesticides and Biofertilisers in Haryana, India. Gatekeeper Series nº 93, 24p.
- Behle, R.W., M.R. Mcguire & B.S. Shasha. 1997.** Effects of sunlight and stimulated rain on residual activity of *Bacillus thuringiensis* formulations. J. Econ. Entomol. 90: 1560-1566.
- Brunner, J.F., J.E. Dunley, M.D. Doerr & E.H. Beers. 2001.** Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. J. Econ. Entomol. 94: 1075-1084.
- Bull, D.I. & R.J. Coleman. 1985.** Effects of pesticides on *Trichogramma* spp. Southwest. Entomol. Suppl. 8: 156-168.
- Campbell, C.D., J.F. Walgenbanch & G.G. Kenedy. 1991.** Effects of parasitoids on lepidopterous pests in insecticide-treated and untreated tomatoes in western North Carolina. J. Econ. Entomol. 84: 1662-1667.
- Carvalho, G.A., J.R.P. Parra & G.C. Baptista. 2003.** Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sobre *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F₁ e F₂ em ovos de *Anagasta kuehniella*. Cienc. Agrotec. 27: 295-304.
- Cleary, A. & B. Scholz. 2002.** Evaluating the toxicity of insecticides on immature and adult *Trichogramma pretiosum*, pp. 251-257. In: Proceedings of the Eleventh Australian Cotton Conference, 13-15 August, 2002, Brisbane, Queensland.
- Franz, J.M., H. Bogenschütz, S.A. Hassan, P. Huang, E. Naton, H. Suter & G. Viggiani. 1980.** Results of a joint pesticide testing program by working group: Pesticide and Beneficials Arthropods. Entomophaga 25: 231-236.

- Glare, T.R. & M. O'Callaghan. 1998.** Environmental and health impacts of *Bacillus thuringiensis israelensis*. Report for the ministry of healthy. Biocontrol & Biodiversity, Grasslands Division, AgResearch, 58p.
- Hassan, A.S. 1994.** Comparison of three different laboratory methods and one semi-field test method to assess the side effects of pesticides on *Trichogramma cacoeciae*. Bulletin-OILB-SROP. 17: 133-141.
- Hassan, S.A., F. Bigler, H. Bogenschütz, J.U. Brown, S.I. Firth, P. Huang, M.S. Ledieu, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, G. Viggiani & A.Q. van Zon. 1983.** Results of the second joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". Z. ang. Ent. 95: 151-158.
- Hassan, S.A., R. Albert, F. Bigler, P. Blaisinger, H. Bogenschütz, E. Boller, J. Brun, P. Chiverton, P. Edwards, W.D. Englert, P. Huang, C. Inglesfield, E. Naton, P.A. Oomen, W.P.J. Overmeer, W. Rieckmann, L. Samsoe-Petersen, A. Stäubli, J.J. Tuset, G. Viggiani & G. Vanwetswinkel. 1987.** Results of the third joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS - working group "pesticide and beneficial organisms". J. Appl. Ent. 103: 92-107.
- Kok, I.T. & J.A. Acosta-Martinez. 2001.** Differential susceptibility of *Cotesia orobena* a parasitoid of the cross-striped cabbageworm, to commonly used insecticides in cruciferae. Biocontrol 46: 419-426.
- Losey, J.E., J. Fleischer, D.D. Calvin, W.L. Harkness & T. Leahy. 1995.** Evaluation of *Trichogramma nubilalis* and *Bacillus thuringiensis* in management of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. Environ. Entomol. 24: 436-445.
- Mertz, B.P., S.J. Fleischer, D.D. Calvin & R.L. Ridgway. 1995.** Field assesment of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Bacillus*

- thuringiensis* for control of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. J. Econ. Entomol. 88: 1616-1625.
- Salama, H.S., A. El-Moursy, F.N. Zaki, R. Aboul-Ela & A. Abdel-Razek. 1991.** Parasites and predators of the meal moth *Plodia interpunctella* Hbn. as affected by *Bacillus thuringiensis* Berl. J. Appl. Ent. 112: 244-253.
- Scholz, B.C.G. 1994.** The effect of insecticides on the survival of *Heliothis* egg parasitoids, pp 69-73. *In: Proceedings of the Seventh Australian Cotton Conference, 10-12 August, 1994, Broadbeach, Queensland.*
- Scholz, B.C.G., C.J. Monsour & M.P. Zalucki. 1998.** An evaluation of selective *Helicoverpa armigera* control options in sweet corn. Austr. Journal Exp. Agric. 38: 601-607.
- Takada, Y., S. Kawamura, & T. Tanaka. 2001.** Effects of various insecticides on the development of the egg parasitoid *Trichogramma dendrolimi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Econ. Entomol. 94: 1340-1343.
- Tipping, P.W. & P.P. Burbutis. 1983.** Some effects of pesticide residues on *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). J. Econ. Entomol. 76: 892-896.
- Vieira, A., L. Oliveira & P. Garcia. 2001.** Effects of conventional pesticides on the preimaginal developmental stages and on adults of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Biocontrol Sci. Technol. 11: 527-534.