



**MARIANA ABREU COSTA**

**TOXICIDADE DE PRODUTOS  
FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA  
*Trichogramma galloi* (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE)**

**LAVRAS – MG**

**2013**

**MARIANA ABREU COSTA**

**TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA *Trichogramma galloi*  
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Geraldo Andrade Carvalho

Co-orientador

Dr. Harley Nonato de Oliveira

**LAVRAS – MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Costa, Mariana Abreu.

Toxicidade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da cana-de-açúcar para *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) / Mariana Abreu Costa. – Lavras : UFLA, 2013.

64 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Geraldo Andrade Carvalho.

Bibliografia.

1. Parasitoide. 2. Controle químico. 3. Seletividade. 4. Inseticida.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 595.79

**MARIANA ABREU COSTA**

**TOXICIDADE DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS UTILIZADOS NA  
CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA *Trichogramma galloi*  
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Entomologia Agrícola, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 22 de fevereiro de 2013.

Dr. Luiz Carlos Dias Rocha

IFSULDEMINAS

Dr. Ronald Zanetti B. Filho

UFLA

Dra. Ronelza Rodrigues da Costa Zaché

UFLA

Dr. Geraldo Andrade Carvalho  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2013**

À Deus, pela vida e força para vencer mais esta etapa;

Aos meus pais, Marlene e José (in memoriam), pelo amor incondicional, carinho, ensinamentos e por me fazerem acreditar que os meus sonhos não são tão distantes, e que basta ter coragem para alcançá-los;

Aos meus irmãos, Maisa e Rafael, pela amizade, confiança e por ser um dos alicerces da minha vida, me ensinando a nunca desistir, nem ganhar, nem perder, mas procurar sempre evoluir;

A todos aos meus familiares e amigos que conquistei durante a vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Dr. Geraldo Andrade Carvalho, pela orientação, dedicação, amizade e aos ensinamentos que foram essenciais para a minha formação acadêmica;

Aos professores do Departamento de Entomologia da UFLA, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso;

Aos amigos do Laboratório de Seletividade, Andrea, Dejane, Frontino, Jader, Pablo, Rafaella, Rodrigo, Ronelza, Valéria, e a Tia Léa, pelo auxílio na execução e condução dos experimentos e, principalmente, pela ótima convivência no dia a dia.

Aos estagiários do Laboratório de Seletividade, Brenda, Cayque, Dyrson, Kaio, Lucas, Thaís, Wellington e Yara, pelo apoio indispensável para o bom desenvolvimento deste trabalho;

Aos funcionários do Departamento de Entomologia, Eliana, Elaine, Irene, Júlio, Lisiane, Nazaré, Roseni e Viviane, pela amizade e boa convivência;

À Valéria Moscardini, pela disponibilidade, ensinamentos, eficiência, e acima de tudo a amizade sincera;

Ao Cayque e Kaio, pela importância que tiveram para a execução deste trabalho, pelo entusiasmo nas coisas que se dispuseram a fazer e acima de tudo pelo ótimo bom humor, tornando as avaliações mais prazerosas;

Ao meu grande amigo Flávio, por fazer parte da minha vida nestes dois anos, e agora para o sempre, porque a amizade quando sincera; comunicamo-nos até por silêncios;

Aos pesquisadores da EMBRAPA Milho e Sorgo, Dr. Ivan Cruz e Dr. Paulo Afonso Viana, pela orientação, profissionalismo, os ensinamentos e por ter despertado em mim o interesse pela Entomologia;

Aos amigos da EMBRAPA e funcionários do Laboratório de Criação de Insetos (LACRI), pelas palavras de conforto, pelos conselhos e pelo incentivo para seguir sempre apesar dos obstáculos;

Ao meu grande amigo Rafael, pelos ensinamentos, pela amizade e pelos momentos de muitas alegrias compartilhados durante nossa convivência;

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com o êxito deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

**Muito obrigada!**

"Não haverá borboletas se a vida  
não passar por longas e silenciosas  
metamorfoses."

*Rubem Alves*



## RESUMO

Com o presente estudo objetivou-se avaliar os efeitos dos produtos fitossanitários (p.c./L) lambdacialotrina/tiametoxam (0,75) e (12,5); tiametoxam (13,2); fipronil (0,4); triflumurom (0,25) e espinosade (0,25), utilizados na cultura da cana-de-açúcar, sobre *Trichogramma galloi* (Zucchi) em suas fases imaturas. Ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) foram ofertados às fêmeas de *T. galloi* por um período de 24 h e posteriormente tratados com os inseticidas via aplicação em torre de Potter, contendo o parasitoide nas fases imaturas (ovo-larva, pré-pupa e pupa). Foram avaliados os efeitos na emergência, razão sexual, capacidade de parasitismo e sobrevivência das fêmeas da geração F<sub>1</sub>, e para os da geração F<sub>2</sub> foram avaliados a emergência e razão sexual. O bioensaio foi conduzido sob condições controladas de 25±2 °C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas. Lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem utilizada e fipronil reduziram a porcentagem de emergência de insetos da geração F<sub>1</sub> pelo menos num dos estágios imaturos de desenvolvimento de *T. galloi*. A razão sexual de *T. galloi* foi diminuída quando parasitoides entraram em contato com lambdacialotrina/tiametoxam, independente da dosagem usada; tiametoxam, fipronil e espinosade quando aplicados no período de ovo-larva e para a fase de pré-pupa do parasitoide somente triflumurom e espinosade não afetaram negativamente esta característica biológica. Para a fase de pupa todos os compostos reduziram a razão sexual. Lambdacialotrina/tiametoxam, tiametoxam e espinosade reduziram o número de ovos parasitados por fêmea da geração F<sub>1</sub> tratada no período de ovo-larva; entretanto, para a fase de pré-pupa apenas triflumurom foi seletivo, e para o estágio de pupa todos os compostos foram classificados como levemente prejudiciais. Triflumurom foi pouco tóxico a *T. galloi* nas fases imaturas, viabilizando o seu uso em programas de manejo integrado de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) na cultura da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Parasitoide. Controle químico. Seletividade. Inseticida.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of some pesticides (c.p./L) lambda-cyhalothrin/thiamethoxam (0.75) and (12.5); thiamethoxam (13.2); fipronil (0.4); triflumuron (0.25) e spinosad (0.25), used in sugarcane crop to immature phase of *Trichogramma galloi* (Zucchi). Eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) was offered to female of *T. galloi* by 24h, and then, the pesticides were sprayed by using a Potter's tower containing the parasitoid immature stages (egg-larvae, pre-pupae and pupae). The effects of these pesticides on the emergence, sex ratio, parasitism capacity and F<sub>1</sub> female survival were evaluated. To the F<sub>2</sub> individuals, only emergence and sex ratio was evaluated. The bioassay was carried out under controlled conditions (climatic chamber) at 25±2°C, RH 70±10% with a 12 h-photophase. Regardless of the dosage, lambda-cyhalothrin/thiamethoxam and fipronil reduced the percentage of emergency at least on one of immature stages of F<sub>1</sub> *T. galloi*. The sex ratio decreased when *T. galloi* was exposed to all dosage of lambda-cyhalothrin/thiamethoxam. The biological trait of the period of egg-larvae and pre-pupae of *T. galloi* was not affected buy triflumuron and spinosad. All pesticides affected the pupae stage, decreasing its sex ratio. Lambda-cyhalothrin/thiamethoxam, thiamethoxam and spinosad reduced the number of parasitized eggs per female of the F<sub>1</sub> treated during egg-larva; however, for the pre-pupa, only triflumuron was selective, and the pupal stage all compounds were categorized as slightly harmful. Triflumuron was harmless to *T. galloi* immature phases, enabling its use in integrated management programs of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) in the crop of sugarcane.

Keywords: Parasitoid. Chemical control. Selectivity. Insecticide.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Nome técnico, nome comercial, concentração da formulação, dosagem do produto comercial por litro e grupo químico dos inseticidas utilizados.....	25
Tabela 2	Classificação toxicológica padronizada pela IOBC para produtos fitossanitários, em função da redução da capacidade benéfica de parasitoides do gênero <i>Trichogramma</i> (STERK et al., 1999).....	28
Tabela 3	Emergência (%) de <i>Trichogramma galloi</i> , geração F <sub>1</sub> , oriundos de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento e classe de toxicidade dos compostos avaliados .....	30
Tabela 4	Razão sexual de espécimes de <i>Trichogramma galloi</i> , da geração F <sub>1</sub> , provenientes de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> tratados contendo o parasitoide em diversas fases de desenvolvimento.....	35
Tabela 5	Parasitismo (%) de <i>Trichogramma galloi</i> , da geração F <sub>1</sub> , oriundos de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento.....	38
Tabela 6	Emergência (%) de <i>Trichogramma galloi</i> , da geração F <sub>2</sub> , oriundos de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento.....	43
Tabela 7	Razão sexual de <i>Trichogramma galloi</i> , geração F <sub>2</sub> , provenientes de ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> tratados contendo o parasitoide em diversas fases imaturas.....	46

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1	Bioecologia dos parasitoides do gênero <i>Trichogramma</i> .....	15
2.2	Importância do gênero <i>Trichogramma</i> no controle biológico de pragas .....	18
2.3	Toxicidade de produtos fitossanitários para <i>Trichogramma</i> spp. ..	20
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	24
3.1	Manutenção e multiplicação de <i>T. galloi</i> em laboratório .....	25
3.2	Efeitos dos inseticidas sobre <i>T. galloi</i> em suas fases imaturas .....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.1	Toxicidade dos inseticidas para <i>T. galloi</i> nas fases imaturas .....	29
4.2	Efeitos dos inseticidas na sobrevivência de fêmeas (F <sub>1</sub> ) de <i>T. galloi</i> .....	46
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	51
6	CONCLUSÕES .....	53
	REFERÊNCIAS .....	54

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), matéria prima para a produção de principalmente açúcar e álcool etílico, sendo o setor sucroalcooleiro padrão de referência para os demais países produtores (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA – MAPA, 2012). A área cultivada com cana-de-açúcar que será colhida e destinada à atividade sucroalcooleira na safra 2012/13 está estimada em 8,5 mil de hectares, distribuídas em todos estados produtores conforme suas características. O estado de São Paulo lidera a produção com 51,87% (4.419,46 mil hectares), seguido por Goiás com 8,52% (725,91 mil hectares), Minas Gerais com 8,47% (721,86 mil hectares), Paraná com 7,17% (610,83 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 6,37% (542,70 mil hectares), Alagoas com 5,23% (445,71 mil hectares) e Pernambuco com 3,84% (327,61 mil hectares). Nos demais estados produtores as áreas são menores, com representações abaixo de 3% (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB, 2012).

A cultura canavieira forma um agroecossistema que abriga diversas espécies de insetos-praga, sendo que alguns deles, dependendo da época do ano e da região, podem ocasionar sérios prejuízos econômicos. Entre estas espécies, *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae) é referida como a mais relevante praga desta cultura (MACEDO; ARAÚJO, 2000).

Em função da importância econômica da *D. saccharalis*, sua ampla distribuição geográfica e da dificuldade de se obter eficiência de controle com produtos sintéticos devido ao inseto desenvolver-se protegido no interior dos colmos da cana-de-açúcar, pesquisadores vêm se empenhando no estudo de novas técnicas de manejo da broca, sendo o método de controle biológico com parasitoides na cultura da cana-de-açúcar no país considerado um dos maiores programas em nível mundial.

O controle biológico faz parte das modernas táticas de controle de pragas e pode ser empregado isoladamente ou como parte de uma estratégia de Manejo Integrado de Pragas (MIP); entretanto, o sucesso do controle biológico da *D. saccharalis* deve-se à existência de uma ampla variedade de parasitoides e predadores que atuam principalmente sobre os estágios de ovo e larva da praga (NAVA; PINTO; SILVA, 2009).

Atualmente, o controle mais eficiente da broca-da-cana tem sido o biológico, empregando-se o endoparasitoide larval *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) (MARTINS; ZAMPIERON; CRUZ, 2011). Entretanto, Botelho et al. (1995) observaram que o fator-chave de crescimento populacional da praga é a fase de ovo, que geralmente está associada à abundância de espécies de parasitoides, especialmente as do gênero *Trichogramma*. Estas vespas parasitam ovos de várias pragas agrícolas e florestais e são utilizadas em programas de manejo integrado no Brasil, China, França, Estados Unidos, Rússia, Nicarágua, Colômbia e outros países (PASTORI; MONTEIRO; BOTTON, 2008).

*Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) se destaca como o principal parasitoide de ovos de *D. saccharalis* (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997; LIMA FILHO; LIMA, 2001) e este inimigo natural é um agente de controle biológico promissor na cultura da cana-de-açúcar, quer seja quando utilizado sozinho ou em associação com a vespa *C. flavipes* (BOTELHO et al., 1999).

Entretanto, para o estabelecimento da integração entre os métodos químico e biológico com esses insetos benéficos, é essencial compreender as formas de seletividade e as condições de uso de um produto químico, para minimizar os efeitos sobre esses organismos (CORSO; GAZZONI; NERY, 1999).

Sabendo-se que *D. saccharalis* é praga-chave da cultura canavieira e que tem ocasionado prejuízos ao agronegócio brasileiro, esta pesquisa visa avaliar a toxicidade de produtos fitossanitários, utilizados na cultura da cana-de-açúcar, para o parasitoide de ovos *T. galloi*, visando identificar aqueles que causem menor efeito sobre esse inimigo natural, para que possam ser priorizados em programas de manejo integrado de pragas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Bioecologia dos parasitoides do gênero *Trichogramma*

O gênero *Trichogramma* é o maior da família Trichogrammatidae com aproximadamente 210 espécies descritas. São exclusivamente parasitoides de ovos, com inúmeros hospedeiros, principalmente da ordem Lepidoptera (PINTO, 2006). Os insetos são de pequeno porte, com cerca de 0,2 a 1,5 mm de comprimento, são solitários ou gregários (PINTO, 1997).

Os ovos desse parasitoide, que possuem em média 0,1 mm de comprimento, podem aumentar de 5 a 6 vezes o seu tamanho, próximo à eclosão das larvas, que se alimentam da massa vitelina ou do embrião do hospedeiro (PARRA; ZUCCHI, 1986).

Flanders (1937), Pak e Oatman (1982) comprovaram que o número de instares tem sido determinado por meio da medição do tamanho das mandíbulas dos parasitoides, sendo, portanto, sugerida a existência de um número variável de 3 a 4 instares. Porém, em estudos de Dahlan e Gordh (1996), com o auxílio de microscopia eletrônica, relataram que algumas espécies pertencentes ao gênero *Trichogramma* apresentam apenas um instar larval.

O processo de desenvolvimento passa pelo período de ovo-larva e pelas fases de pré-pupa e pupa. A coloração do parasitoide apresenta modificações quanto ao estágio de desenvolvimento devido à esclerotização da cutícula. Os sais de urato que durante o período inicial do desenvolvimento da pré-pupa encontram-se dispersos pelo tegumento, ao final desse estágio permanecem localizados na região central do abdome da pupa, conferindo uma coloração escura aos ovos parasitados, sendo essa uma característica peculiar do parasitismo por *Trichogramma* spp. (CÔNSOLI; ROSSI; PARRA, 1999).



O modo de reprodução mais comum em *Trichogramma* spp. é por arrenotoquia, sendo que ovos fertilizados dão origem a fêmeas diploide e ovos não-fertilizados a machos haplóides. A telitoquia é um outro modo de reprodução menos comum, na qual se refere ao desenvolvimento de fêmeas a partir de óvulos não-fecundados (PARRA et al., 2002). A reprodução por telitoquia pode ser induzida mediante infecções por bactérias do gênero *Wolbachia* (STOUTHAMER et al., 1993). A bactéria *Wolbachia* ( $\alpha$  – proteobactéria) é o microorganismo mais relevante associado à modulação da determinação sexual em insetos. Essa bactéria emprega como tática de disseminação a produção de fêmeas, favorecendo a razão sexual da prole em seu benefício (STOUTHAMER et al., 1999). Esta descoberta foi de grande importância, visto que as fêmeas são de extrema importância para o controle biológico por meio de vespas do gênero *Trichogramma*.

Em programas de controle biológico, uma população telítoca apresenta inúmeras vantagens em relação à população arrenótoca, sendo algumas: redução dos custos de produção, pois não há produção de machos; fácil estabelecimento no campo devido ausência de cópula, e, além disto, a população pode reproduzir-se eficientemente em densidade baixa do hospedeiro (STOUTHAMER, 1993).

O desenvolvimento de *Trichogramma* spp. é bastante influenciado por fatores abióticos, sendo que entre os fatores físicos a temperatura é o que exerce uma maior influência sobre a fecundidade, duração do ciclo de desenvolvimento, razão sexual, viabilidade e longevidade do parasitoide (MOLINA; FRONZA; PARRA, 2003).

O reduzido tempo de desenvolvimento do ciclo à medida que se eleva a temperatura, é uma característica presente entre várias espécies de *Trichogramma* spp., independentemente da origem das linhagens e do hospedeiro, sendo que estes estudos de biologia em diferentes temperaturas têm

uma grande importância para a determinação das exigências térmicas para este inimigo natural, o que fornece subsídios para o aperfeiçoamento dos programas de controle biológico (PARRA; ZUCCHI, 2004).

A razão sexual é influenciada pela temperatura, umidade, hospedeiro, infecções por bactérias do gênero *Wolbachia* e idade das fêmeas. Porém, a qualidade do hospedeiro é o principal fator que influencia a razão sexual seja pelo reconhecimento da qualidade do ovo, anteriormente à oviposição, ou pela competição de recursos nutricionais no interior do hospedeiro (VINSON, 1997).

Outros fatores que podem influenciar na razão sexual são o tamanho da postura e a frequência de encontros. Em estudos de Taylor e Stern (1971), os autores relataram que à medida que o tamanho do hospedeiro aumenta, eleva-se o número de ovos colocados nele, com um maior número de fêmeas, favorecendo o acasalamento local. Em relação à frequência de encontros, estudos com *Trichogramma chilonis* (Ishii) e *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) comprovaram que esses micro-himenópteros tendem a ovipositar um ovo que dará origem a um macho, nos dois primeiros hospedeiros, e posteriormente depositar uma série de ovos que originarão fêmeas, intercalados com ovos que originarão machos (VINSON, 1997).

Em pesquisas realizadas por Pereira-Barros et al. (2005), a razão sexual de *T. galloi* quando criado em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) foi 0,61 (1,55 fêmea para 1,0 macho) a  $26 \pm 2$  °C.

A duração total do período ovo-adulto é muito variável em função da espécie de *Trichogramma* e do hospedeiro (GRENIER, 1997). Normalmente, o ciclo é de aproximadamente 10 dias à temperatura de 25 °C (BLEICHER e PARRA, 1990; GRENIER, 1997).

Referente à longevidade, de acordo com Cañete e Foerster (2003), essa característica biológica de fêmeas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman &

Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi significativamente maior (11,4 dias) quando receberam diariamente ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em comparação com fêmeas que não receberam ovos (6,6 dias). Em pesquisas realizadas por Oliveira et al. (2005), a longevidade nas diferentes gerações, variou de 11 a 13 dias para fêmeas de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner oriundas de ovos de *A. kuehniella* e de 6 a 10 dias em ovos de *Sitotroga cerealella* Oliver 1789 (Lepidoptera: Gelechiidae). A longevidade para machos e fêmeas de *T. galloi* foi em média 3,26 dias para insetos sem alimento e 6,36 dias para aqueles que foram alimentados (PEREIRA-BARROS et al., 2005).

## **2.2 Importância do gênero *Trichogramma* no controle biológico de pragas**

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* são insetos de grande importância no controle biológico, pois como parasitoides de ovos, principalmente de insetos da ordem Lepidoptera, impedem que a praga atinja a fase de lagarta, estágio em que causa danos à cultura (BOTELHO, 1997). Além disso, devido a sua ampla distribuição geográfica e facilidade de criação em laboratório, a implementação de programas de controle biológico é favorecida (OLIVEIRA et al., 2005).

O sucesso ou fracasso das liberações de *Trichogramma* spp. depende basicamente do conhecimento das características bioecológicas do inimigo natural e da sua interação com o hospedeiro-alvo, sendo a coleta e a identificação das espécies e linhagens que ocorrem no campo uma das etapas primordiais para o sucesso da implantação do controle biológico (PRATISSOLI; PARRA, 2001).

Rússia, China, Alemanha, França, México e Suíça são alguns países que têm produzido e liberado *Trichogramma* spp. em extensas áreas, objetivando o

controle de diversas pragas (POLANCZY et al., 2006). No Brasil, o uso da vespa *Trichogramma* spp. é pequeno se comparado com outros países Parra et al. (2002), sendo que o uso mais nótavel de controle biológico aplicado com este parasitoide no país, atribui-se à aplicação de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle da traça-do-tomateiro, *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) (HAJI et al., 2002).

Liberações de parasitoides do gênero *Trichogramma* têm sido realizadas constantemente em outras culturas como no milho para o controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) em crucíferas (PARRA, ZUCCHI, 2004) e de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar (PARRA; ZUCCHI, 2008).

O potencial de controle de *D. saccharalis*, empregando espécies de *Trichogramma*, tem sido estudado com a finalidade de se obter informações para que se possam criar programas de liberações inundativas. Entre as espécies desse gênero, *T. galloi* é a mais visada, por possuir alta especificidade em relação a essa praga (ZUCCHI; MONTEIRO, 1997; BOTELHO, 1997; LIMA FILHO; LIMA, 2001).

A vespa *T. galloi* apresenta um tamanho variável de até 2 mm de comprimento e uma das características mais marcantes deste inimigo natural decorre do momento de encontro deste com seu hospedeiro, visto que, sua preferência é por ovos, principalmente aqueles da ordem Lepidoptera (LIMEIRA, 2010). Após localizar o ovo da *D. saccharalis*, a fêmea de *T. galloi* coloca seus ovos, e, cerca de 10 dias depois, emergem 2 ou 3 adultos. Ovos fertilizados originam fêmeas e ovos não fertilizados, machos e a longevidade dura cerca de 6 dias (PARRA, 1997).

### 2.3 Toxicidade de produtos fitossanitários para *Trichogramma spp*

A ocorrência de insetos pragas em níveis de dano econômico podem maximizar o número de aplicações de pesticidas nos agroecossistemas e com isso o controle biológico natural pode ser severamente prejudicado. Com a finalidade de reduzir os efeitos colaterais do controle químico sobre os insetos benéficos é de grande valia a determinação da seletividade dos produtos utilizados (CARVALHO; PARRA; BAPTISTA, 2001).

Os estudos de seletividade de pesticidas vêm ganhando destaque nos últimos anos e uma maior atenção tem sido dedicada a parasitoides de ovos, com ênfase ao gênero *Trichogramma*, existindo um volume considerável de estudos sobre o impacto de inseticidas a esses insetos (GIOLO et al., 2005).

A seletividade pode ser classificada em seletividade ecológica e fisiológica. A fisiológica é definida como a maior atividade de um inseticida sobre a praga do que sobre o inimigo natural, quando ambos entram em contato direto com o inseticida ou seus resíduos. A ecológica consiste em diferenças de comportamento ou hábitat entre pragas, inimigos naturais e polinizadores, possibilitando que o produto químico entre em contato com determinada espécie e não com outra (RIPPER; GREENSLADE; HARTEY, 1951).

As razões da seletividade de um produto podem advir de três mecanismos: menor taxa de penetração desses compostos na cutícula, maior taxa de metabolização do produto pelo inimigo natural do que pela praga, ou ainda alterações no alvo de ação dos princípios ativos no inimigo natural (YU, 1988).

A ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *T. galloi* foi avaliada por Broglio-Micheletti, Santos e Pereira-Barros (2006), os quais observaram redução na porcentagem de parasitismo e na emergência de adultos do parasitoide em função dos produtos aplicados. O nim impediu totalmente o

parasitismo, já carbaril e metribuzin ocasionaram reduções para o parasitismo de 89,33% e 82,5%, respectivamente.

A seletividade de inseticidas para as fases imaturas do parasitoide de ovos *T. galloi* foi estudada por CÔnsoli, Botelho e Parra (2001), os quais verificaram que espinosade, tebufenozide, triflumurom e lufenuron retardaram a emergência de adultos de *T. galloi* quando ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* foram tratados contendo o parasitoide no estágio de pupa. Espinosade foi prejudicial quando testado sobre qualquer estágio imaturo e para adultos desse inimigo natural. Lufenuron e triflumurom foram prejudiciais apenas quando aplicados durante o período de ovo-larva desse parasitoide.

A capacidade de parasitismo de duas populações de *T. pretiosum* foi estudada por Carvalho, Parra e Baptista (2001), os quais constataram que os inseticidas deltametrina, abamectin, cartap e lambdacialotrina afetaram significativamente o parasitismo, independente da época dos tratamentos, causando reduções médias na capacidade de parasitismo. Triflumurom também reduziu a porcentagem de emergência de *T. pretiosum* da L<sub>9</sub>, quando fêmeas (geração maternal) entraram em contato com esse produto até 24 horas após o tratamento.

A toxicidade dos produtos fitossanitários acetamipride, clorfenap, imidaclopride, tiaclopride e tiametoxam a *T. pretiosum*, em diferentes fases imaturas, foi determinada por Moura, Carvalho e Rigitano (2005). Os autores

verificaram que clorfenapir e imidaclopride reduziram em 76,0% e 64,4%, respectivamente, a emergência de espécimes da geração F<sub>1</sub> de *T. pretiosum*. A razão sexual dos parasitoides da geração F<sub>1</sub> não foi afetada por nenhum dos compostos avaliados. Clorfenapir reduziu em aproximadamente 50% a taxa de parasitismo de *T. pretiosum* da geração F<sub>1</sub> e acetamipride e tiametoxam foram inofensivos ao parasitoide.

Goulart et al. (2008) avaliaram as porcentagens de parasitismo, emergência, longevidade e razão sexual dos parasitoides nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> de *T. pretiosum* e *T. exiguum*. Na geração F<sub>1</sub> de *T. pretiosum* triflumurom e etofenproxi reduziram em 39% e 44,4%, respectivamente, a porcentagem de parasitismo; já para a geração F<sub>1</sub> de *T. exiguum* a redução na porcentagem de parasitismo foi de 14,8% e 50,2%, respectivamente. A geração F<sub>2</sub> de *T. exiguum* não foi afetada pela ação desses produtos, enquanto que a F<sub>2</sub> de *T. pretiosum* foi afetada somente em ovos de *S. frugiperda*, onde se observou redução da porcentagem de parasitismo em relação à testemunha com o uso de triflumurom.

A seletividade de duas formulações de lambdacialotrina: 50 CS e 250 CS foram pesquisadas por Beserra e Parra (2005) para *T. pretiosum* nas gerações maternal e F<sub>1</sub>. Foram oferecidos às fêmeas dos parasitoides ovos de *A. kuehniella* imediatamente 1, 24 e 48 horas após a sua imersão nas caldas químicas, bem como ovos parasitados do hospedeiro alternativo submetidos à imersão nas caldas químicas após 0-24 h, 72-96 h e 168-192 h do parasitismo. A formulação 250 CS afetou principalmente a capacidade de parasitismo e a longevidade das fêmeas bem como a sobrevivência da prole da geração F<sub>1</sub>, quando aplicada antes e após o parasitismo, diminuindo a porcentagem de emergência dos adultos.

Apesar do expressivo número de pesquisas objetivando avaliar a seletividade de produtos fitossanitários para parasitoides do gênero *Trichogramma*, para a espécie *T. galloi* existem reduzidos estudos, sendo que muitos são direcionados para os efeitos causados sobre uma única geração do parasitoide.

Dessa forma, diante da importância desse inimigo natural para o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar, é notória a necessidade de mais pesquisas quanto aos efeitos de produtos fitossanitários sobre esses insetos benéficos visando obter informações que serão úteis em programas de

manejo integrado desse lepidóptero por meio da associação dos métodos químico e biológico.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os bioensaios foram conduzidos no Laboratório de Seletividade de Insetos do Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, no período de abril a novembro de 2012.

Foram avaliados os efeitos de alguns produtos fitossanitários sobre *T. galloi* nas fases imaturas e a sobrevivência de espécimes oriundas da geração F<sub>1</sub> desse parasitoide.

Os pesticidas foram utilizados nas maiores dosagens recomendados pelo fabricante para o controle de *D. saccharalis* na cultura da cana-de-açúcar (SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS - AGROFIT, 2012).

Os nomes técnicos, comerciais, formulações, doses e grupos químicos, respectivamente, encontram-se descritos na Tabela 1. Água destilada foi utilizada como tratamento controle.

Tabela 1 Nome técnico, nome comercial, concentração da formulação, dosagem do produto comercial por litro e grupo químico dos inseticidas utilizados

Nome técnico	Nome comercial	Concentração da formulação	Dosagem do p.c./L <sup>1</sup>	Grupo químico
Lambdacialotrina/ Tiametoxam	Engeo Pleno <sup>®</sup>	141 g/L 106 g/L	0,75 ml	Piretroide/ Neonicotinoide
Lambdacialotrina/ Tiametoxam	Engeo Pleno <sup>®</sup>	141 g/L 106 g/L	12,5 ml	Piretroide/ Neonicotinoide
Tiametoxam	Actara <sup>®</sup>	250 g/kg	13,2 ml	Neonicotinoide
Fipronil	Regent <sup>®</sup>	800 g/kg	0,4 ml	Pirazol
Triflumurom	Certero <sup>®</sup>	480 g/L	0,25 ml	Benzoilureia
Espinosade	Tracer <sup>®</sup>	480 g/L	0,25 ml	Espinosinas

### 3.1 Manutenção e multiplicação de *T. galloi* em laboratório

Os parasitoides foram criados e multiplicados em ovos da traça-das-farinhas, *A. kuehniella*, considerado o hospedeiro alternativo mais adequado para a criação desse inimigo natural (PARRA; ZUCCHI, 2004). Os ovos desse hospedeiro alternativo foram adquiridos por meio da empresa INSECTA Produtos Biológicos® (Lavras, Minas Gerais, Brasil).

Os ovos do hospedeiro com até 24 horas de idade foram aderidos em cartelas de cartolina azul (8 cm de comprimento x 1 cm de largura) por meio de goma arábica diluída em água (50%) e inviabilizados pela exposição dos mesmos à luz germicida ultravioleta, por um período de 50 minutos, de acordo com Parra (1997) e Stein e Parra (1987).

Posteriormente, esses ovos foram expostos ao parasitismo por *T. galloi* por um período de 24 horas e mantidos em câmara climatizada, regulada à temperatura de  $25 \pm 2$  °C, umidade relativa de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 horas

para o desenvolvimento dos parasitoides. Após a emergência dos insetos, esses receberam novos ovos do hospedeiro, dando início a outro ciclo de desenvolvimento dos parasitoides.

### **3.2 Efeitos dos inseticidas sobre *T. galloi* em suas fases imaturas**

Para a realização do bioensaio procedeu-se a individualização de 30 fêmeas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm) por tratamento, sendo alimentadas com mel. Ovos de *A. kuehniella* foram aderidos por meio de goma arábica diluída em água (50%) às extremidades das cartelas de cartolina azul perfazendo 0,25 cm<sup>2</sup>, contendo, em média 125 ovos. Essas ovos foram inviabilizadas e ofertadas às fêmeas do parasitoide por um período de 24 horas. Posteriormente, as fêmeas foram descartadas e as cartelas contendo os ovos supostamente parasitados foram transferidas para novos tubos, que foram acondicionados em câmara climática regulada à temperatura de 25±2 °C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 12 horas até os parasitoides atingirem cada estágio de desenvolvimento embrionário para a pulverização dos inseticidas. Trinta cartelas por tratamento contendo ovos de *A. kuehniella* com os parasitoides em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário (ovo-larva, pré-pupa e pupa) foram tratados por meio da pulverização dos produtos, via torre de Potter regulada à pressão de 15 lb/pol<sup>2</sup>, com um volume de aplicação de 1,5±0,5 µL/cm<sup>2</sup>. Em seguida, as cartelas foram mantidas em condições ambientais por cerca de uma meia hora para eliminação do excesso de umidade de suas superfícies, sendo, então, individualizadas em novos tubos de vidro e acondicionadas em câmaras climáticas com as mesmas condições descritas anteriormente.

Cada tratamento foi composto de seis repetições sendo cada uma delas constituída de cinco cartelas com ovos de *A. kuehniella* apresentando todas as fases de desenvolvimento dos parasitoides.

Foram realizadas observações, registrando-se a, porcentagem de emergência (número de ovos com orifício de saída do parasitoide/número total de ovos parasitados x 100) e razão sexual dos descendentes, sendo obtida por meio da contagem do número de fêmeas e machos, separados por caracteres morfológicos presente nas antenas, sendo determinada pela equação:  $rs = (\text{n.º de fêmeas} / (\text{n.º de fêmeas} + \text{n.º de machos}))$ .

Para avaliar os efeitos dos produtos sobre os parasitoides emergidos da geração F<sub>1</sub>, individualizaram-se 30 fêmeas em tubos de vidro sendo alimentadas com mel puro pincelado na parede dos mesmos. Para cada fêmea, ofereceu-se cerca de 125 ovos de *A. kuehniella* não tratados, dispostos em cartelas de cartolina azul, perfazendo 0,25 cm<sup>2</sup>, por um período de 24 horas de exposição ao parasitismo. Em seguida, as cartelas com os ovos foram colocadas em novos tubos que foram mantidos em câmara climatizada seguindo as mesmas condições descritas anteriormente. Foram realizadas observações diárias, registrando-se para a geração F<sub>1</sub> a sobrevivência das fêmeas que realizaram o parasitismo.

Cada tratamento foi composto de seis repetições sendo cada uma delas constituída de cinco cartelas com ovos de *A. kuehniella* contendo o parasitoide em suas fases imaturas.

Os efeitos dos produtos testados sobre os insetos foram quantificados por meio da determinação das porcentagens de parasitismo = [(número de ovos parasitados/ total de ovos) x 100], e em função da porcentagem de emergência e razão sexual dos insetos da geração F<sub>2</sub>.

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 7 (3 períodos de

desenvolvimento do parasitoide x 6 produtos e um controle), sendo que os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) (SCOTT; KNOTT, 1974).

Os dados referentes à sobrevivência de fêmeas da geração  $F_1$  provenientes de ovos expostos aos produtos foram submetidos à análise de sobrevivência pelo método Kaplan-Meier (KAPLAN; MEIER, 1958; LEE, 1992; KLEINBAUM, 1995).

De acordo com a porcentagem de redução da capacidade benéfica do parasitoide (emergência e parasitismo) os inseticidas foram enquadrados em classes toxicológicas segundo metodologia recomendada pelo Grupo de Trabalho da IOBC (“International Organization of Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants”) (Tabela 2).

Tabela 2 Classificação toxicológica padronizada pela IOBC para produtos fitossanitários, em função da redução da capacidade benéfica de parasitoides do gênero *Trichogramma* (STERK et al., 1999)

Redução na capacidade benéfica do parasitoide	Categoria toxicológica	Classificação Toxicological
Menor que 30%	Inócuo	1
Entre 30 a 79%	Levemente prejudicial	2
Entre 80 a 99%	Moderadamente prejudicial	3
Maior que 99%	Prejudicial	4

A porcentagem média de redução da capacidade benéfica do parasitoide (parasitismo e emergência) foi obtida por meio da equação de redução  $R = 100 - [(porcentagem\ média\ geral\ do\ tratamento\ com\ inseticida / porcentagem\ média\ geral\ do\ tratamento\ controle) \times 100]$ , conforme (HASSAN, 1997).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Toxicidade dos inseticidas para *T. galloi* nas fases imaturas

Não foi verificada interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide para a emergência de espécimes da geração F<sub>1</sub> (g.l. = 12; F = 0,446; p = 0,944). Os inseticidas tiametoxam e triflumurom não reduziram a porcentagem de emergência de *T. galloi* quando aplicados sobre ovos de *A. kuehniella* contendo o parasitoide no período de ovo-larva, com médias de emergência de 77,9% e 82,7%. Lambdacialotrina/tiametoxam aplicado nas mínima e máxima dosagens e fipronil causaram redução na emergência do parasitoide no período de ovo-larva, com médias de 33,9%; 41,6% e 30,9%, respectivamente e foram considerados como levemente prejudiciais (Tabela 3).

No tratamento de ovos do hospedeiro contendo *T. galloi* na fase de pré-pupa somente triflumurom não afetou negativamente a porcentagem de emergência do parasitoide, com média de 88%; já os inseticidas lambdacialotrina/tiametoxam, independentemente da dosagem utilizada e fipronil, provocaram redução na emergência dos parasitoides, com médias de 31%; 32,6% e 33,3%, respectivamente, sendo classificados como levemente prejudiciais (Tabela 3).

Tiametoxam, fipronil, triflumurom e espinosade em contato com ovos tratados e contendo o parasitoide na fase de pupa, não causaram redução na emergência de *T. galloi* e foram considerados inócuos. Lambdacialotrina/tiametoxam, independentemente da dosagem usada, provocou redução na emergência do inimigo natural, e foi considerado como levemente prejudicial (Tabela 3).

Tabela 3 Emergência (%) de *Trichogramma galloi*, geração F<sub>1</sub>, oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento e classe de toxicidade dos compostos avaliados

Tratamento	Ovo-larva <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pré-pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>
Controle	92,5±1,43a*	-	-	96,6 ± 0,60 a	-	-	93,1±0,99 a	-	-
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem mínima]	61,1 ±8,67b	33,9	2	66,6±8,75 b	31,0	2	50,0±9,28 c	46,3	2
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem máxima]	54,0 ±8,78 b	41,6	2	65,1±7,47 b	32,6	2	41,4±8,82 c	55,1	2
Tiametoxam	77,9 ±6,60 a	15,8	1	75,5±4,67 b	21,8	1	65,5±7,04 b	29,6	1
Fipronil	63,9 ±7,85 b	30,9	2	64,4±8,49 b	33,3	2	65,5±10,14 b	29,6	1
Triflumurom	82,7 ±6,88 a	10,6	1	88,0±3,63 a	8,9	1	74,4±7,75 b	20,1	1
Espinosade	69,5 ±7,84 b	24,9	1	79,0±2,22 b	18,2	1	70,0±7,44 b	24,8	1
<i>p</i> -valor	0,003			<0,001			<0,001		

\*Médias (± EP) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Não foi verificado interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 12; F = 0,446;  $p = 0,944$ ). <sup>2</sup>Porcentagem média de redução na emergência =  $100 - [(emergência\ do\ tratamento\ inseticida / emergência\ no\ tratamento\ controle) * 100]$ . <sup>3</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997), onde: classe 1= inócuo (redução na emergência < 30%), 2 = levemente nocivo (30 ≤ redução na emergência ≤ 79%), 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ redução na emergência < 99%) e 4 = nocivo ( redução na emergência ≥ 99%).

Os resultados obtidos no presente trabalho para lambdacialotrina/tiametoxam assemelham-se com aqueles de Cõnsoli, Parra e Hassan (1998), que aplicaram lambdacialotrina (25 g i.a.L<sup>-1</sup>) em ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* contendo *T. pretiosum* em sua fase imatura e comprovaram que esse inseticida foi capaz de reduzir a emergência dos adultos desse parasitoide. Carvalho, Parra e Baptista (2001) também observaram efeitos adversos do lambdacialotrina (0,025 g i.a.L<sup>-1</sup>) quando aplicado sobre *T. pretiosum* na fase de pré-pupa, propiciando emergência de 68,8%.

Lambdacialotrina pertence ao grupo químico dos piretroides e apresenta altos valores de coeficiente de partição octanol/água (log Kow), sendo de 6,90 (MILHOME et al., 2009). A alta toxicidade desse composto para ambas as dosagens pode estar relacionada à sua maior lipofilicidade. A lipofilicidade é inversamente proporcional à solubilidade do inseticida em água, sendo que compostos lipofílicos, dada a sua semelhança com a cutícula, geralmente penetram em maiores taxas no corpo do inseto, afetando diretamente a sobrevivência do inimigo natural (CRESPO et al., 2002). Possivelmente os parasitoides se contaminaram com os resíduos do piretroide presentes na superfície dos ovos tratados, mais especificamente no córion, uma vez que inseticidas com log Kow maiores (>4,83) (Lognow<sup>®</sup>, 2010) são mais lipofílicos.

De modo geral, segundo Chapman (1998), o ovo dos insetos é constituído por um núcleo, um citoplasma e uma grande quantidade de “gema”, sendo envolvido por um invólucro formado pelo envelope vitelínico, por uma camada de ceras e pelo córion, este último constituído pelo endocóron e pelo exocóron. Acredita-se, portanto, que a constituição do córion, notadamente a presença da camada de ceras, poderia influenciar na retenção de substâncias químicas com propriedades lipofílicas, como no caso do composto lambdacialotrina/tiametoxam, conforme mencionado anteriormente, e interferir na capacidade de emergência de *T. galloi*. A redução na emergência do



parasitoide causada por esse piretroide (lambdacialotrina) já foi reportada Zhang e Herai (1997) devido à habilidade de alguns inseticidas em atravessarem o córion do ovo do hospedeiro.

Tiametoxam não reduziu significativamente a emergência de *T. galloi* quando aplicado sobre o parasitoide em suas fases de desenvolvimento embrionário (ovo-larva, pré-pupa e pupa), com médias de 15,8%; 21,8% e 29,6%, respectivamente, sendo categorizado como inócuo.

Pratissoli et al. (2009) estudando o efeito de três inseticidas sobre as fases adulta e imatura de *T. pretiosum*, criado em ovos de *A. kuehniella*, *S. cerealella* e *A. gemmatalis* comprovaram a inocuidade de tiametoxam para o parasitoide quando no interior de todos os hospedeiros avaliados.

Moura, Carvalho e Rigitano (2005) avaliaram os efeitos de alguns produtos fitossanitários sobre *T. pretiosum* em sua fase imatura, e constataram que tiametoxam (0,05 g i.a.L<sup>-1</sup>) não reduziu a emergência dos adultos do parasitoide, sendo classificado como inócuo.

Fipronil afetou significativamente a emergência de *T. galloi*, principalmente nas suas fases de ovo-larva e pré-pupa, onde foi classificado como levemente prejudicial, sendo observada uma diminuição deste efeito para a fase de pupa, onde foi enquadrado como inócuo.

De acordo com Croft (1990), entre os fatores que afetam a susceptibilidade de insetos a substâncias químicas está a constituição do tegumento, visto que pode apresentar, na fase de pupa, uma camada cuticular mais impermeável dificultando a penetração do fipronil. Esse composto pertence ao grupo químico dos fenil pirazol e age como antagonista dos canais de cloro, bloqueando a passagem de íons de cloreto por meio do GABA (ácido gama-aminobutírico) o qual é um fundamental neurotransmissor de impulsos nervosos (COLE; NICHOLSON; CASIDA, 1993). O fipronil é um sólido pouco solúvel em água, característica que lhe confere um caráter hidrofóbico, e sendo esse um

composto que atua como inseticida de contato direto ou ingestão (GENTILE et al., 2004), os resultados negativos para a emergência poderia ser decorrente do fato do parasitoide ter ingerido resíduos desse composto quando da abertura do orifício de emergência, ou quando presente no interior do ovo do hospedeiro, devido à capacidade de alguns inseticidas em atravessarem o córion devido a sua característica lipofílica.

Goulart et al. (2008) avaliaram os efeitos de triflumurom (4,8 g i.a.L<sup>-1</sup>) sobre *Trichogramma* spp. em ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *P. xylostella*. Esse composto não diminuiu a porcentagem de emergência de *T. pretiosum* e *T. exiguum*, obtendo-se 100% de emergência para *T. pretiosum* em todos os tratamentos, independente do hospedeiro utilizado e para *T. exiguum* a porcentagem de emergência foi de 100% apenas para ovos de *P. xylostella*.

Resultados semelhantes aos obtidos na presente pesquisa com *T. pretiosum* foram relatados por Pratissoli et al. (2004) em ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* e por Beserra e Parra (2004) em ovos de *S. frugiperda*, sendo constatadas médias de emergência de 93,0% e 93,8%, respectivamente.

Bastos, Almeida e Suinaga (2006) quando estudaram o efeito de triflumurom (14,40 g i.a.L<sup>-1</sup>) sobre *T. pretiosum* no estágio de pupa, concluíram que a porcentagem de emergência não foi afetada negativamente, demonstrando-se que a utilização deste produto é compatível em programas de manejo de pragas.

Provavelmente, a inocuidade de triflumurom, quando aplicado sobre ovos desse parasitoide, poderia estar relacionada à baixa persistência apresentada por esse composto, haja vista, em estudos de persistência relatados por Carvalho et al. (2002), triflumurom (0,15 g i.a. L<sup>-1</sup>) foi classificado como inseticida de vida curta (< 5 dias de persistência), em estudos realizados com *T. pretiosum*.

A aplicação de espinosade sobre ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella*, não reduziu a emergência de *T. galloi*, para todas as fases de desenvolvimento embrionário (ovo-larva, pré-pupa e pupa), com médias de redução de 24,9%; 18,2% e 24,8%, respectivamente. A seletividade de espinosade e tiametoxam para a emergência da geração F<sub>1</sub> de *T. galloi*, pode estar relacionadas à alta solubilidade desses compostos em água (4.100 mg L<sup>-1</sup>) e (235 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente (MILHOME et al., 2009).

Segundo Tillman e Mulrooney (2000) espinosade é um produto viável para a conservação de inimigos naturais e para a utilização em programas de MIP, no entanto, Mason et al. (2002) obtiveram impactos negativos deste produto sobre parasitoides de ovos e larvas de várias espécies de insetos.

De modo geral, a emergência dos parasitoides foi mais afetada quando estes foram provenientes de pupas tratadas. Provavelmente, os insetos se contaminaram com os resíduos mais frescos dos compostos presentes nas superfícies dos ovos do hospedeiro alternativo.

Referente à razão sexual, foi verificada interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 12; F = 8,036; *p* < 0,01). Espécimes da geração F<sub>1</sub> oriundos de ovos tratados com triflumurom no período de ovo-larva não tiveram a razão sexual afetada negativamente, com média de 0,53. O produto lambdacialotrina/tiametoxam aplicado nas mínima e máxima dosagens, tiametoxam, fipronil e espinosade afetaram a razão sexual dos parasitoides no período de ovo-larva, com médias de 0,37; 0,24; 0,45; 0,03 e 0,41, respectivamente. Tiametoxam e fipronil foram os compostos que mais afetaram a razão sexual quando aplicados sobre ovos de *A. kuehniella* contendo *T. galloi* na fase de pré-pupa, com média de 0,03 para ambos os produtos; já os inseticidas triflumurom e espinosade não diminuíram a razão sexual do parasitoide, com médias de 0,57 e 0,52, respectivamente (Tabela 4).

No estágio de pupa, todos os produtos reduziram significativamente a razão sexual de fêmeas da geração  $F_1$ , sendo que lambdacialotrina/tiametoxam aplicado na máxima dosagem, tiametoxam e fipronil foram os produtos que mais afetaram negativamente essa característica biológica, com médias de 0,06; 0,03 e 0,02, respectivamente. Comparando a interação entre os produtos químicos e as fases imaturas de desenvolvimento do parasitoide, lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem usada e triflumurom diminuíram a razão sexual na fase de pupa; tiametoxam para os estágios de pré-pupa e pupa e espinosade para o período de ovo-larva e pupa. O inseticida fipronil diminuiu a razão sexual de *T. galloi*, independentemente do período de desenvolvimento do parasitoide em que esse produto foi aplicado (Tabela 4).

Tabela 4 Razão sexual de espécimes de *Trichogramma galloi*, da geração  $F_1$ , provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados contendo o parasitoide em diversas fases de desenvolvimento

Tratamento	Ovo-larva <sup>1</sup>	Pré-pupa <sup>1</sup>	Pupa <sup>1</sup>
Controle	0,59 ± 0,01 Aa*	0,64 ± 0,02 Aa	0,63 ± 0,02 Aa
Labdacialotrina/ tiametoxam [dosagem mínima]	0,37 ± 0,06 Ab	0,37 ± 0,06 Ab	0,27 ± 0,05 Bc
Labdacialotrina/ tiametoxam [dosagem máxima]	0,24 ± 0,04 Bc	0,38 ± 0,06 Ab	0,06 ± 0,02 Cd
Tiametoxam	0,45 ± 0,05 Ab	0,03 ± 0,01 Bc	0,03 ± 0,01 Bd
Fipronil	0,03 ± 0,01 Ad	0,03 ± 0,01 Ac	0,02 ± 0,02 Ad
Triflumurom	0,53 ± 0,05 Aa	0,57 ± 0,04 Aa	0,47 ± 0,05 Bb
Espinosade	0,41 ± 0,06 Bb	0,52 ± 0,03 Aa	0,44 ± 0,05 Bb
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001

\*Médias (± EP) seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Verificou-se interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 12; F = 8,036;  $p < 0,01$ ).

Carvalho, Parra e Baptista (2003) verificaram que *T. pretiosum* quando expostos a lambdacialotrina ( $0,025 \text{ g i.a.L}^{-1}$ ) ainda no interior dos ovos de seu hospedeiro no período de ovo-larva, produziu menor proporção de fêmeas na geração seguinte.

Os resultados conferidos na presente pesquisa corroboram com os de Souza (2011) em relação à razão sexual, onde espinosade ( $0,16 \text{ g i.a.L}^{-1}$ ) reduziu essa característica biológica para *T. pretiosum* no período de ovo-larva e na fase de pupa, não afetando negativamente quando aplicado em ovos do hospedeiro contendo o parasitoide no estágio de pré-pupa.

Em suma, entre os diferentes estágios de desenvolvimento de *T. galloi*, foram observadas variações negativas em relação à razão sexual dos espécimes provenientes de ovos tratados (Tabela 4), o que poderia ser resultado de efeitos secundários da aplicação dos compostos sobre a geração  $F_1$  do parasitoide, pois segundo Foerster (2002) reduções em características biológicas de insetos, pode ser um efeito consequente da ação subletal de inseticidas.

Os efeitos de produtos químicos em insetos benéficos não estão restritos exclusivamente à mortalidade, pois podem provocar efeitos subletais na fisiologia e no desenvolvimento de organismos que sobrevivem à exposição de seus resíduos, dependendo da dose/concentração o efeito pode ser letal ou subletal (DESNEUX; DECOURTYE; DELPUECH, 2007). Os efeitos subletais podem ocasionar em alterações na reprodução (fertilidade, fecundidade e razão sexual), no comportamento de alimentação (STARK; BANKS, 2003), na capacidade de parasitismo (busca, oviposição, tempo para o reconhecimento), tempo de desenvolvimento, deformação, longevidade, locomoção e repelência (WRIGHT; VERKERK, 1995).

Verificou-se interação dos inseticidas com as fases imaturas do parasitoide sobre a capacidade de parasitismo dos espécimes provenientes da geração  $F_1$  (g.l. = 6;  $F = 2,212$ ;  $p = 0,042$ ). A capacidade de parasitismo das

fêmeas de *T. galloi*, provenientes de ovos de *A. kuehniella* tratados com os compostos, não foi possível de ser avaliada nos tratamentos à base de lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem para a fase de pupa; tiametoxam para as fases de pré-pupa e pupa, e fipronil para todas as fases imaturas, devido ao reduzido número de fêmeas emergidas (Tabela 5).

A taxa de parasitismo de *T. galloi* provenientes de ovos do hospedeiro tratados e contendo os parasitoides no período de ovo-larva foi reduzida por todos os produtos avaliados; contudo, o inseticida triflumurom causou redução de 24,9% na capacidade de parasitismo das fêmeas da geração F<sub>1</sub> e foi classificado como inócuo (Tabela 5).

Dentre os produtos avaliados, quando aplicados sobre *T. galloi* em seu estágio de pré-pupa, apenas triflumurom não reduziu a capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F<sub>1</sub>, causando redução de 8,6% e foi classificado como inócuo. O número médio de ovos parasitados por fêmeas provenientes de hospedeiros tratados com triflumurom durante os estágios embrionários do parasitoide se diferiram entre si, sendo que a fase de pré-pupa apresentou a maior média de ovos parasitados, e para espinosade as fases de ovo-larva e pupa. Os inseticidas lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem usada e espinosade reduziram significativamente a capacidade de parasitismo de fêmeas da geração F<sub>1</sub>, permitindo parasitismo de 19,7%; 5,5% e 19,4%, respectivamente, sendo que lambdacialotrina/tiametoxam na mínima dosagem e espinosade foram enquadrados como levemente prejudiciais e lambdacialotrina/tiametoxam na maior dosagem como moderadamente prejudicial (Tabela 5).

Lambdacialotrina/tiametoxam na mínima dosagem, triflumurom e espinosade quando aplicados na fase de pupa do parasitoide provocaram redução na capacidade de parasitismo da ordem de 64,3%; 32,8% e 63,9%, respectivamente, sendo classificados como levemente prejudiciais (Tabela 5).

Tabela 5 Parasitismo (%) de *Trichogramma galloi*, da geração F<sub>1</sub>, oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento

Tratamento	Ovo-larva <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pré-pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>
Controle	76,4±2,0Aa*	-	-	75,2±3,41Aa	-	-	74,9±3,33Aa	-	-
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem mínima]	24,6±3,Ad	67,8	2	19,7±4,10Ab	73,8	2	26,7±3,88Ac	64,3	2
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem máxima]	18,6±3,0Ad	75,6	2	5,5±2,20 Bc	92,7	3	-	-	-
Tiametoxam	39,6±4,74_c	48,2	2	-	-	-	-	-	-
Fipronil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triflumurom	57,4±6,12Bb	24,9	1	68,7±7,55Aa	8,6	1	50,3±4,42Bb	32,8	2
Espinosade	30,9±4,03Ac	59,5	2	19,4±3,68Bb	74,2	2	27,0±3,63Ac	63,9	2
<i>p</i> -valor	<0,001			<0,001			<0,001		

\*Médias (± EP) seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Verificou-se interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 6; F = 2,212;  $p = 0,042$ ). <sup>2</sup>Porcentagem média de redução no parasitismo =  $100 - [(\text{parasitismo do tratamento inseticida} / \text{parasitismo no tratamento controle}) * 100]$ . <sup>3</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997), onde: classe 1 = inócuo (redução de parasitismo < 30%), 2 = levemente nocivo ( $30 \leq$  redução de parasitismo  $\leq 79$  %), 3 = moderadamente nocivo ( $80 \leq$  redução de parasitismo < 99%) e 4 = nocivo (redução de parasitismo  $\geq 99$ %).

As reduções na taxa de parasitismo causadas pelo lambdacialotrina/tiametoxam indicam um efeito residual desse inseticida sobre os espécimes da geração F<sub>1</sub>. Nesse caso, a concentração do composto presente nos parasitoides teria resultado em efeito subletal, reduzindo sua capacidade de parasitismo.

Em observações realizadas por Carvalho, Parra e Baptista (1999) foi comprovado que lambdacialotrina (0,025 g i.a.L<sup>-1</sup>) quando pulverizado sobre plantas de tomateiro e, em seguida, infestadas com ovos do hospedeiro *A. kuehniella*, reduziu o parasitismo de *T. pretiosum* até os 31 dias após a sua aplicação. Como já mencionado no presente trabalho, quando se trataram ovos de *A. kuehniella* com esse produto e os ofereceram às fêmeas de *T. pretiosum* para parasitismo, verificou-se que as mesmas evitavam o contato com os ovos tratados, o que caracterizou efeito de repelência.

O uso de lambdacialotrina/tiametoxam, independentemente da dosagem utilizada, não deve ser considerado como uma estratégia viável no controle químico em programas de MIP da cana-de-açúcar, visto que não foi seletivo às fases imaturas de *T. galloi*.

Tiametoxam causou 48,2% de redução na capacidade de parasitismo de fêmeas do parasitoide tratadas no período de ovo-larva e foi classificado como levemente nocivo (Tabela 5).

Pratissoli et al. (2009) avaliaram a toxicidade de produtos sintéticos para *T. pretiosum*, quando criado em ovos de *A. kuehniella*, *S. cerealella* e *A. gemmatalis*. Os ovos foram tratados com tiametoxam via imersão em calda química e os autores observaram que não houve efeito negativo na capacidade de parasitismo, divergindo do resultado obtido no presente estudo. Essa diferença de resultados poderia estar relacionada as diferenças de respostas biológicas em função do produto podem estar associadas às distintas populações



de *Trichogramma* estudadas, bem como à origem geográfica das mesmas (Bleicher; Parra, 1990; Brunner et al., 2001).

Os resultados obtidos no presente estudo confirmam aqueles de Cõnsoli, Botelho e Parra (2001) quando avaliaram os efeitos de alguns agroquímicos sobre *T. galloi* e relataram que triflumurom, quando aplicado no estágio de pupa do parasitoide, proporcionou parasitismo de 53,28%.

Grützmacher et al. (2005) classificaram triflumurom (0,0048 g i.a.L<sup>-1</sup>) como inócuo a adultos de *T. pretiosum*, ao estudarem os efeitos de agrotóxicos registrados para a cultura da macieira sobre esse parasitoide. A inocuidade de triflumurom também foi comprovada por Stefanello Junior et al. (2008), onde o produto provocou redução de 1,50% na capacidade de parasitismo de *T. pretiosum*.

Provavelmente, o baixo efeito de triflumurom observada na presente pesquisa para as fases de ovo-larva e pré-pupa, quanto ao parasitismo e em outras pesquisas, poderia estar relacionada ao modo de ação, pois são compostos pertencentes ao grupo químico das benzoilureias, inibindo a síntese de quitina em insetos imaturos. Em condições de laboratório, quando foram ofertados ovos do hospedeiro alternativo para parasitismo de *T. galloi*, provenientes de pupas tratadas, no interior de tubos de vidro, verificou-se que os insetos apresentavam-se enfraquecidos após a emergência ou apresentavam deformidades nas asas e devido a essas condições, os adultos poderiam ter dificuldade de parasitar, afetando assim a taxa de parasitismo.

Espinosade provocou redução de 63,9% na capacidade de parasitismo de fêmeas de *T. galloi* tratadas na fase de pupa e foi classificado como levemente nocivo. Resultados nocivos do espinosade (24 g i.a.200L<sup>-1</sup>) foram também relatados por Carmo et al. (2010) para a fase de pupa de *T. pretiosum*, onde esse composto reduziu o parasitismo e foi classificado como moderadamente nocivo.

Resultados nocivos do espinosade (24 g i.a. L<sup>-1</sup>) foram também relatados por Bueno et al. (2008) para todas fases imaturas de *T. pretiosum*.

Não foi verificada interação dos inseticidas com as fases imaturas do parasitoide sobre a emergência de espécimes da geração F<sub>2</sub> (g.l. = 6; F = 0,918;  $p = 0,482$ ). Não foi possível determinar a emergência para as fases de desenvolvimento embrionário com a aplicação de lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem para o estágio de pupa, tiametoxam para as fases de pré-pupa e pupa e fipronil para todas as fases de desenvolvimento do parasitoide, devido ao reduzido número de insetos emergidos da geração F<sub>1</sub>.

O tratamento dos ovos do hospedeiro com triflumurom para todas as fases de desenvolvimento do parasitoide (ovo-larva, pré-pupa e pupa), ocasionou baixa redução na emergência, com médias de 5,24%; 18,81% e 8,21%, respectivamente, sendo considerado inócuo. Com relação à porcentagem de emergência de parasitoides da geração F<sub>2</sub> de *T. galloi*, oriundos de ovos tratados contendo o parasitoide no período de ovo-larva, foram reduzidas apenas pelo composto lambdacialotrina/tiametoxam quando aplicado na máxima dosagem, com média de 39,28%, sendo enquadrado como levemente nocivo; os demais produtos não diminuíram a emergência e foram inócuos ao parasitoide (Tabela 6).

Na fase de pré-pupa, lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem usada e espinosade reduziram significativamente a emergência dos parasitoides da geração F<sub>2</sub> de *T. galloi*, com médias de 53,37%; 79,45% e 44,64%, respectivamente, e foram classificados como levemente nocivos (Tabela 6).

Lambdacialotrina/tiametoxam na mínima dosagem diminuiu a emergência desse parasitoide, com média de 56,3% no período de pupa, ocasionando redução de 37,51% nessa característica biológica, sendo categorizado como levemente nocivo. Os produtos triflumurom e espinosade não

reduziram a emergência, com médias de 8,21% e 22,37%, respectivamente, sendo classificados como inócuos (Tabela 6).

Tabela 6 Emergência (%) de *Trichogramma galloi*, da geração F<sub>2</sub>, oriundos de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados contendo o parasitoide em diferentes fases de desenvolvimento

Tratamento	Ovo-larva <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pré-pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>	Pupa <sup>1</sup>	Redução (%) <sup>2</sup>	Cl. <sup>3</sup>
Controle	91,6 ± 0,69a*	-	-	96,3 ± 1,33a	-	-	90,2 ± 3,23a	-	-
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem mínima]	64,9 ± 8,56 b	29,08	1	44,9 ± 8,94b	53,37	2	56,3 ± 7,61b	37,51	2
Lambdacialotrina/ tiametoxam [dosagem máxima]	55,6 ± 8,48 b	39,28	2	17,8 ± 7,36 c	79,45	2	-	-	-
Tiametoxam	76,6 ± 7,84 a	16,40	1	-	-	-	-	-	-
Fipronil	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triflumurom	86,8 ± 5,50 a	5,24	1	78,2 ± 7,29 a	18,81	1	82,8 ± 1,36a	8,21	1
Espinosade	73,3 ± 8,21 a	19,92	1	53,3 ± 9,26 b	44,64	2	70,0 ± 8,51 b	22,37	1
<i>p</i> -valor	0,005			< 0,001			< 0,001		

\*Médias (± EP) seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Não verificou-se interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 6; F = 0,918;  $p = 0,482$ ). <sup>2</sup>Porcentagem média de redução na emergência =  $100 - [(emergência\ do\ tratamento\ inseticida / emergência\ no\ tratamento\ controle) * 100]$ . <sup>3</sup>Classe de toxicidade recomendada por Hassan (1997), onde: classe 1 = inócuo (redução na emergência < 30%), 2 = levemente nocivo (30 ≤ redução na emergência ≤ 79%), 3 = moderadamente nocivo (80 ≤ redução na emergência < 99%) e 4 = nocivo (redução na emergência ≥ 99%).

O inseticida lambdacialotrina/tiametoxam demonstrou limitações quanto ao seu uso em programas de manejo integrado de pragas, devido à pequena ou nenhuma seletividade fisiológica na emergência de adultos de *T. galloi*; resultados nocivos também foram observados para o espinosade. Isso infere que os efeitos da aplicação de produtos químicos nos estágios imaturos do parasitoide provavelmente foram transmitidos para seus descendentes, o que demonstra ser primordial o conhecimento na seleção de um produto para ser empregado em programas de MIP.

Triflumurom foi seletivo para o parasitoide na presente pesquisa, sendo sua inocuidade comprovada por Vianna (2004), onde o inseticida não reduziu a porcentagem de emergência de  $F_2$  para *T. pretiosum*, quando esse foi exposto ao composto em sua fase imatura, com médias de emergência de 97,11%; 70,33% e 94,74%, respectivamente, para o período de ovo-larva, pré-pupa e pupa para a linhagem  $L_1$  do parasitoide.

O efeito de triflumurom ( $0,15 \text{ g i.a.L}^{-1}$ ) para duas linhagens de *T. pretiosum* nas suas fases imaturas foi estudado por Carvalho, Parra e Baptista (2003). Os autores constataram que para ambas as linhagens do parasitoide, o inseticida triflumurom foi seletivo para a emergência da geração  $F_2$  do parasitoide, fato confirmado com o presente estudo, demonstrando que este pode ser priorizado em programas de controle biológico inundativo e natural.

Entre os diferentes estágios de desenvolvimento de *T. galloi*, foram observadas variações negativas em relação à porcentagem de emergência de indivíduos provenientes de ovos contaminados com os inseticidas avaliados (Tabela 6), evidenciando o que Croft (1990) denominou de efeitos latentes, ou seja, os que se expressam no estágio de vida subsequente àquele exposto inicialmente ao pesticida.

Não foi constatada interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 6;  $F = 0,307$ ;  $p = 0,933$ ) em relação à

razão sexual dos espécimes da geração F<sub>2</sub> que foram expostos a inseticidas em geração anterior. Lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem utilizada, tiametoxam e espinosade afetaram negativamente a razão sexual dos insetos da geração F<sub>2</sub> provenientes de ovos tratados e contendo o parasitoide no período de ovo-larva, com médias de 0,31; 0,35; 0,40 e 0,37, respectivamente, já triflumurom não afetou negativamente essa característica biológica, com média de 0,50 (Tabela 7).

A razão sexual não foi possível de ser avaliada com a aplicação de lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem para a fase de pupa; tiametoxam para as fases de pré-pupa e pupa e fipronil para todas as fases imaturas do parasitoide. Na fase de pré-pupa todos os compostos promoveram alterações negativas para essa característica biológica; no entanto, lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem foi o que mais prejudicou essa característica biológica, com média de 0,07. A razão sexual dos parasitoides da geração F<sub>2</sub> não foi afetada apenas pelo triflumurom, quando aplicado na fase de pupa, com média de 0,52 (Tabela 7).

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com os de Goulart (2008) para triflumurom, onde se verificou que esse inseticida não alterou a razão sexual de *T. exiguum* em ovos de *A. kuehniella*, *S. frugiperda* e *P. xylostella*.

Tabela 7 Razão sexual de *Trichogramma galloi*, geração F<sub>2</sub>, provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados contendo o parasitoide em diversas fases imaturas

Tratamento	Ovo-larva <sup>1</sup>	Pré-pupa <sup>1</sup>	Pupa <sup>1</sup>
Controle	0,62 ± 0,02 a*	0,62 ± 0,01 a	0,61 ± 0,03 a
Labdacialotrina/ tiametoxam [dosagem mínima]	0,31 ± 0,05 b	0,31 ± 0,06 c	0,31 ± 0,05 b
Labdacialotrina/ tiametoxam [dosagem máxima]	0,35 ± 0,06 b	0,07 ± 0,03 d	-
Tiametoxam	0,40 ± 0,05 b	-	-
Fipronil	-	-	-
Triflumurom	0,50 ± 0,04 a	0,46 ± 0,06 b	0,52 ± 0,04 a
Espinosade	0,37 ± 0,05 b	0,28 ± 0,06 c	0,34 ± 0,05 b
<i>p</i> -valor	<0,001	<0,001	<0,001

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott e Knott ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Não verificou-se interação dos inseticidas com as fases de desenvolvimento do parasitoide (g.l. = 6; F = 0,307;  $p = 0,933$ ).

#### 4.2 Efeitos dos inseticidas na sobrevivência de fêmeas (F<sub>1</sub>) de *T. galloi*

Não foi verificada diferença significativa entre as curvas de sobrevivência para as fêmeas de *T. galloi* da geração F<sub>1</sub>, provenientes de ovos de *A. kuehniella* tratados e contendo esse parasitoide no período de ovo-larva (teste Log-rank,  $\chi^2 = 7,944$ ; g.l. = 5;  $p = 0,159$ ). Labdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem e espinosade quando aplicados entre 0-24 horas de exposição ao parasitismo, reduziram o tempo de sobrevivência das fêmeas, com o tempo letal 50 (TL<sub>50</sub>) de 3 dias, já para labdacialotrina/tiametoxam na mínima dosagem foram necessários 6 dias para reduzir a sua população à metade. Os inseticidas tiametoxam e triflumurom reduziram à sobrevivência de fêmeas do parasitoide, com TL<sub>50</sub> de 8 dias (Figura 1).

Para a fase de pré-pupa foi verificada diferença significativa entre as curvas de sobrevivência para as fêmeas da geração  $F_1$  (teste Log-rank,  $\chi^2 = 85,613$ ; g.l. = 4;  $p < 0,001$ ). Lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem quando aplicado na fase de pré-pupa foi o produto mais tóxico aos adultos do parasitoide, sendo que foram necessários apenas 2 dias para reduzir sua população em 50%. O composto lambdacialotrina/tiametoxam na mínima dosagem reduziu o tempo de sobrevivência do parasitoide, cujo  $TL_{50}$  foi de 6 dias. Com relação à triflumurom e espinosade, não se observou efeito adverso sobre essa característica biológica, com  $TL_{50}$  de aproximadamente 13 dias, assemelhando-se ao resultado observado no tratamento controle (Figura 1).

Para a sobrevivência das fêmeas de *T. galloi* provenientes de ovos tratados no estágio de pupa do parasitoide, foi constatada diferença significativa entre os tratamentos (teste Log-rank,  $\chi^2 = 32,866$ ; g.l. = 3;  $p < 0,001$ ). Todos os compostos diminuíram a sobrevivência do parasitoide, sendo necessário o máximo de 8 dias para reduzi-los à metade (Figura 1).



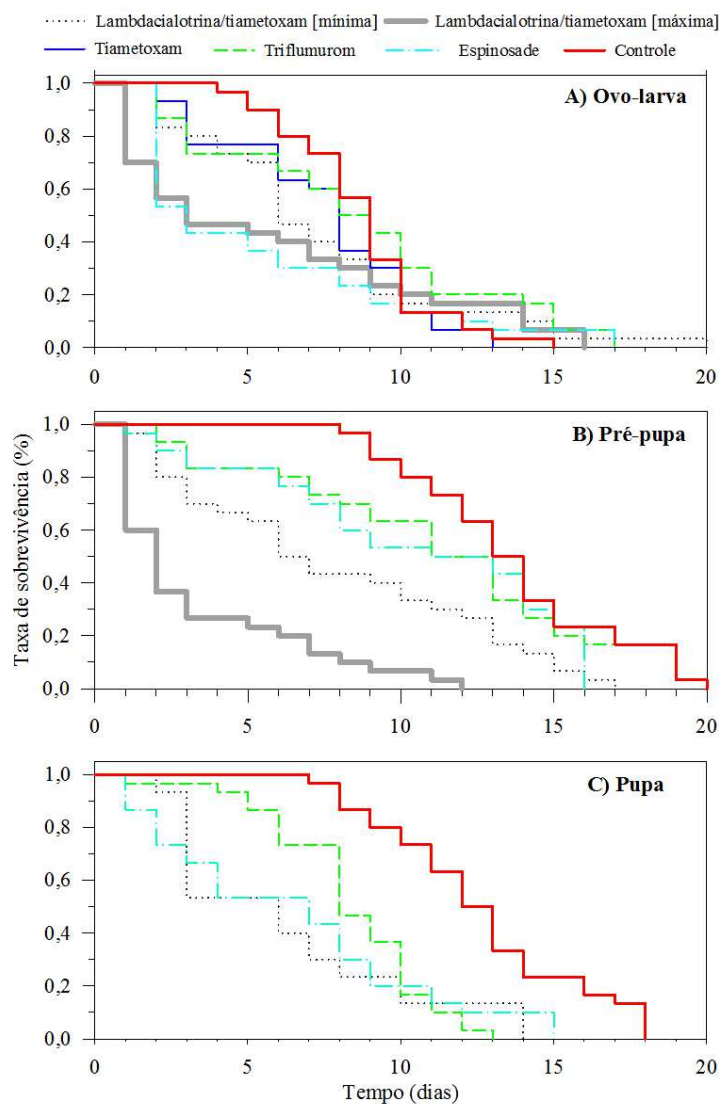


Figura 1 Sobrevivência ao longo do tempo de fêmeas da geração  $F_1$  de *Trichogramma galloi* provenientes de ovos de *Anagasta kuehniella* tratados e contendo o parasitoide em suas fases imaturas: (a) ovo-larva, (b) pré-pupa e (c) pupa

Os resultados alcançados na presente pesquisa com triflumurom corroboram com os de Carvalho, Parra e Baptista (2003), os quais verificaram que a longevidade da linhagem L<sub>9</sub> de fêmeas da geração F<sub>1</sub> de *T. pretiosum* provenientes de ovos de *A. kuehniella* tratados com triflumurom (0,15 g i.a.L<sup>-1</sup>) para a fase de ovo-larva foi de 9,73 dias, e para a fase de pré-pupa sendo de 14,52 dias.

Triflumurom prolongou o tempo de sobrevivência de fêmeas de *T. galloi*, provavelmente por interferir no processo de metamorfose do inseto, uma vez que atua na formação da nova cutícula, inibindo a formação de quitina nas formas jovens, o que não se verifica em insetos adultos, por isso a probabilidade de um inseticida do grupo químico das benzoilureias causar efeitos prejudiciais em insetos adultos ser menor. Portanto, a utilização destes produtos é reportada como componente viável em programas de manejo de pragas (NARAYANA; BABU, 1992).

Cônsoli, Botelho e Parra (2001) verificaram que espinosade reduziu a sobrevivência de *T. galloi*, quando da aplicação deste sobre suas fases imaturas. Os autores relataram que a mortalidade do parasitoide foi muito elevada logo após o inseto abrir orifício de emergência na superfície do córion do ovo do hospedeiro, demonstrando que o produto pode ter sido ingerido pelo parasitoide durante o processo de abandono do ovo do hospedeiro. Outros autores também verificaram efeitos nocivos com a aplicação de espinosade em adultos de *Trichogramma* spp. provocando mortalidade superior a 80% após contato com esse produto químico (SUH; ORR; VAN-DUYN, 2000; MASON et al., 2002).

Lambdacialotrina/tiametoxam quando aplicado nas dosagens mínima e máxima foi prejudicial à sobrevivência do parasitoide da geração F<sub>1</sub>, visto que sua aplicação pode ter permitido a penetração no córion do ovo do hospedeiro, confirmando resultados encontrados por Vianna (2004) quando espécimes de *T.*

*pretiosum* tratados nas fases de ovo-larva, pré-pupa e pupa com piretroides tiveram menor número de insetos sobreviventes na geração seguinte.

As reduções observadas na longevidade de *T. galloi*, provenientes de ovos do hospedeiro tratados com lambdacialotrina/tiametoxam, independentemente da dosagem utilizada, podem estar relacionadas ao prolongado efeito residual desse produto.

Na presente pesquisa, não foi possível determinar a sobrevivência de *T. galloi* com a aplicação de lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem para a fase de pré-pupa e pupa, tiametoxam para as fases de pré-pupa e pupa do parasitoide e fipronil para todas as fases de desenvolvimento do parasitoide, devido ao reduzido número de insetos emergidos da geração F<sub>1</sub>. Estes produtos atuam como inseticida de contato direto ou ingestão e, provavelmente a ingestão de resíduos dos compostos ocorreu, visto que o córion do ovo do hospedeiro é perfurado e as fêmeas se alimentam de seu conteúdo, ou mesmo por contato no interior do ovo do hospedeiro, o que certamente afetou a sobrevivência dos espécimes da geração F<sub>1</sub>, como relatado por Croft (1990) e Cônsoli et al. (2001).

Preetha et al. (2009) avaliaram os efeitos de compostos sobre parasitoides do gênero *Trichogramma* e constataram que no grupo dos inseticidas neonicotinoides, tiametoxam e nitenpyram apresentaram a maior toxicidade entre os compostos avaliados para *T. pretiosum*, *T. chilonis* e *Trichogramma platneri* Nagarkatti.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Comparando-se os efeitos dos produtos sobre espécimes das gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> quando se encontravam no interior dos ovos de *A. kuehniella* em diferentes fases imaturas, confirmou-se que o inseticida triflumurom foi inócuo tanto para a emergência de parasitoides da geração F<sub>1</sub> quanto para a F<sub>2</sub>.

Dentre os produtos avaliados, lambdacialotrina/tiametoxam independentemente da dosagem utilizada, afetou negativamente alguma característica biológica de *T. galloi*. Os inseticidas tiametoxam e espinosade não diminuíram a emergência dos parasitoides da geração F<sub>1</sub>, mas reduziram o número de ovos parasitados pelas fêmeas da F<sub>1</sub>. De um modo geral, fipronil reduziu a emergência da geração F<sub>1</sub>, não sendo possível avaliar a capacidade de parasitismo dos parasitoides emergidos de ovos tratados.

Os parasitoides das gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> oriundos de ovos do hospedeiro contendo *T. galloi* em diferentes fases imaturas tratados com fipronil, tiametoxam e lambdacialotrina/tiametoxam na máxima dosagem foram mais afetados, incluindo diminuição da razão sexual dos insetos emergidos. Salienta-se que a razão sexual alta, ou seja, com maior número de fêmeas em uma população é de vital importância para o sucesso de programas de controle biológico, visto que os machos não contribuem para a supressão da praga (NAVARRO, 1998).

Os efeitos da aplicação de produtos fitossanitários nas fases imaturas de *T. galloi* podem ser transmitidos para a geração seguinte, o que denota a importância desses conhecimentos no momento da seleção de um produto químico para ser empregado em programas de MIP.

De maneira geral, os produtos avaliados se mostraram tóxicos ao parasitoide *T. galloi*, em condições de laboratório, e por isto propõe-se que sejam realizados trabalhos em semicampo e campo.

Os possíveis mecanismos de seletividade fisiológica desses produtos não se encontram devidamente esclarecidos em consequência da falta de estudos bioquímicos e fisiológicos que possam contribuir para elucidar tais mecanismos.

Referente à sobrevivência de fêmeas da geração F<sub>1</sub>, provenientes de ovos de *A. kuehniella* contaminados, não foram reduzidas por triflumurom, provavelmente pelo seu modo de ação, visto que age inibindo a síntese de quitina em formas jovens. Assim, seu uso em programas de MIP para a cultura da cana-de-açúcar parece ser uma boa estratégia para conservação dessa espécie de parasitoide.

Estudos com novas moléculas químicas, com diferentes modos de ação e que sejam seletivas para inimigos naturais são de extrema valia para o sucesso na implementação de programas de MIP.

## 6 CONCLUSÕES

Triflumurom mostrou-se pouco tóxico para *T. galloi*; os demais compostos apresentaram uma maior toxicidade ao parasitoide, devendo ser avaliados em nível de semicampo e campo com o intuito de se determinar a sua toxicidade para esse parasitoide.

Em função da baixa toxicidade apresentada pelo triflumurom a *T. galloi*, esse composto pode ser associado a programas de controle biológico na cultura da cana-de-açúcar visando à preservação desse parasitoide.

## REFERÊNCIAS

AGROFIT: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2003. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 24 maio 2012.

BASTOS, C. S.; ALMEIDA, R. P.; SUINAGA, F. A. Selectivity of pesticides used on cotton (*Gossypium hirsutum*) to *Trichogramma pretiosum* reared on two laboratory-reared hosts. **Pest Management Science**, Sussex, v. 62, n. 1, p. 91-98, 2006.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 48, n. 1, p. 119-126, 2004.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Seletividade de lambdacialotrina a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 321-326, 2005.

BLEICHER, E.; PARRA, J. R. P. Espécies de *Trichogramma* parasitoides de *Alabama argillacea*. III. Determinação das exigências térmicas de três populações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 215-219, 1990.

BOTELHO, P. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 11, p. 303-318.

BOTELHO, P. S. M. et al. Associação do parasitoide de ovos, *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e do parasitoide larval, *Cotesia flavipes* (Cameron) (Hymenoptera: Braconidae), no controle de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera: Crambidae), em cana-de-açúcar. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, p. 491-496, 1999.

BOTELHO, P. S. M. et al. Efeito do número de liberações de *Trichogramma galloi* (Zucchi, 1988) no parasitismo de ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 65-69, 1995.

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F.; SANTOS, A. J. N.; PEREIRA-BARROS, J. L. Ação de alguns produtos fitossanitários para adultos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1051-1055, 2006.

BRUNNER, J. F. et al. Effect of pesticides on *Colpoclypeus florus* (Hymenoptera: Eulophidae) and *Trichogramma platneri* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoids of leafrollers in Washington. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 94, p. 1075-1084, 2001.

BUENO, A. F. et al. Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1495-1503, 2008.

CAÑETE, C. L.; FOERSTER, L. A. Incidência natural e biologia de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Anticarsia gemmatalis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 47, n. 2, p. 201-204, 2003.

CARMO, E. L. do et al. Seletividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura da soja para pupas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 2, p. 283-290, 2010.

CARVALHO, G. A. et al. Efeitos de alguns inseticidas utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1160-1166, 2002.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Ação residual de alguns inseticidas pulverizados em plantas de tomateiro sobre duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 4, p. 770-775, 1999.



CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Bioatividade de produtos fitossanitários utilizados na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) nas gerações F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 261-270, 2003.

CARVALHO, G. A.; PARRA, J. R. P.; BAPTISTA, G. C. Seletividade de alguns produtos fitossanitários a duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 583-591, 2001.

CHAPMAN, R. F. **The insects**: structure and function. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 770 p.

COLE, L. M.; NICHOLSON, R. A.; CASIDA, J. E. Action of phenylpyrazole insecticides at the GABA-gated chloride channel. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v. 46, p. 47-54, 1993.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**: cana-de-açúcar: safra 2012/2013: terceiro levantamento, dezembro 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_12\\_12\\_10\\_34\\_43\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_12\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_12_10_34_43_boletim_cana_portugues_12_2012.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2012.

CÔNSOLI, F. L.; BOTELHO, P. S. M.; PARRA, J. R. P. Selectivity of insecticides to egg parasitoid *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988, (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 125, p. 37-43, 2001.

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

CÔNSOLI, F. L.; ROSSI, M. M.; PARRA, J. R. P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 43, n. 3/4, p. 271-275, 1999.

CORSO, I. C.; GAZZONI, D. L.; NERY, M. E. Efeito de doses de refúgio sobre a seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides de pragas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 1529-1538, 1999.

CRESPO, A. L. B. et al. Seletividade fisiológica de inseticidas a Vespidae predadores de *Ascia monuste orseis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 237-242, 2002.

CROFT, B. A. **Arthropod biological control agents and pesticides**. New York: Wiley-Interscience, 1990. 723 p.

DAHLAN, A. N.; GORDH, G. Development of *Trichogramma australicum*

Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hübner)

eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, Canberra, v. 35, p. 337-344, 1996.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. M. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, Stanford, v. 52, p. 81-106, 2007.

FLANDERS, S. E. Notes on life history and anatomy of *Trichogramma*. **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 30, n. 2, p. 304-308, 1937.

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

GENTILE, A. G. et al. Eficacia del fipronil en el control del ciclo peridomiciliario de *Triatoma infestans* en un área con resistência a la Deltametrina. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 5, p. 1240-1248, 2004.

GIOLO, F. P. et al. Seletividade de formulações de glyphosate a *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 457-462, 2005.

GOULART, R. M. et al. Avaliação da seletividade de inseticidas a *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 69-77, 2008.

GRENIER, S. A. Desenvolvimento e produção *in vitro* de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 9, p. 235-258.

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

HAJI, F. N. D. et al. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 28, p. 477-494.

HASSAN, S. A. Métodos padronizados para testes de seletividade, com ênfase em *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 207-233.

KAPLAN, E. L.; MEIER, P. Non parametric estimation from incomplete observation. **Journal of the American Statistics Association**, v. 53, p. 457-481, 1958.

KLEINBAUM, D. G. **Survival analysis: a self learning text**. New York: Springer, 1995.

LEE, E. T. **Statistical methods for survival data analysis**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.

LIMA FILHO, M.; LIMA, J. O. G. Massas de ovos de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) em cana-de-açúcar: Número de ovos e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em condições de laboratório. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 483-488, 2001.

LIMEIRA, E. H. **Modelagem matemática aplicada ao controle da praga da cana-de-açúcar para a produção de etanol**: estratégias ótimas de controle. 2010. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2010.

LOGNOW<sup>®</sup>. **A databank of evaluated octanol-water partition coefficients (Log P)**. Disponível em: <<http://logkow.cisti.nrc.ca/logkow/search.html>>. Acesso em: 25 jan. 2013.

MACEDO, N.; ARAÚJO, J. R. Efeitos da queima do canavial sobre insetos predadores. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 79-84, 2000.

MARTINS, A. L.; ZAMPIERON, S. L. M.; CRUZ, I. Eficiência *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no combate à *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) na cana-de-açúcar em Passos -MG-Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 4, p. 190-195, 2011.

MASON, P. G. et al. Potential impact of spinosad on parasitoids of *Mamestra configurata* (Lepidoptera: Noctuidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 134, p. 59-68, 2002.

MILHOME, M. A. L. et al. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 363-372, 2009.

MOLINA, R. M. S.; FRONZA, V.; PARRA, J. R. P. Seleção de *Trichogramma* spp. para o controle de *Ecdytolopha aurantiana* com base na biologia e exigências térmicas. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 49, p. 152-158, 2003.

MOURA, A. P.; CARVALHO, G. A.; RIGITANO, R. L. O. Toxicidade de inseticidas utilizados na cultura do tomateiro a *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 203-210, 2005.

NARAYANA, M. L.; BABU, T. R. Evaluation of five insect growth regulators on the egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera; Trichogrammatidae) and the hatchability of *Corcyra cephalonica* Staint (Lepidoptera: Galleriidae). **Journal of Applied Entomology**, Berlin, v. 113, p. 56-60, 1992.

NAVA, D. E.; PINTO, A. S. P.; SILVA, S. D. dos A. **Controle biológico da broca da cana-de-açúcar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 28 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 287).

NAVARRO, A. M. **Trichogramma spp.**: producción, uso y manejo em Colombia. Guadalajara de Buga: Impretec, 1998. 176 p.

OLIVEIRA, H. N. et al. Capacidade de parasitismo de *Trichogramma exiguum* Pinto & Platner, 1978 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criado em dois hospedeiros por diversas gerações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 284-288, 2005.

PAK, G. A.; OATMAN, E. R. Biology of *Trichogramma brevicapillum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v. 32, n. 1, p. 61-67, 1982.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kueiella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 4, p. 121-150.

PARRA, J. R. P. et al. Controle biológico uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CÔRREA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 8, p. 125-142.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. O uso de *Trichogramma* no controle de pragas. In: NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Atualização sobre métodos de controle de pragas**. Piracicaba: ESALQ, 1986. p. 54-75.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 33, p. 271-281, 2004.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Utilização de *Trichogramma* no Brasil: situação atual e desafios. In: VENSON, M.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PALLINI, A. (Ed.). **Avanços no controle alternativo de pragas e doenças**. Belo Horizonte: EPAMIG; Viçosa: UFV, 2008. cap. 1, p. 1-29.

PASTORI, P. L.; MONTEIRO, L. B.; BOTTON, M. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) “linhagem bonagota” criado em ovos de *Bonagota salubricola* (Meyrick) (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 52, p. 1-14, 2008.

PEREIRA-BARROS, J. L. et al. Aspectos biológicos de *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 4, p. 714-718, 2005.

PINTO, J. D. Taxonomia de Trichogrammatidae (Hymenoptera) com ênfase nos gêneros que parasitam Lepidoptera. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 1, p. 13-39.

PINTO, J. D. A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

POLANCZY, R. A. et al. Interação entre inimigos naturais: *Trichogramma* e *Bacillus thuringiensis* no controle biológico de pragas agrícolas. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 28, n. 2, p. 233-239, 2006.

PRATISSOLI, D. et al. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum*, criadas em ovos de *Sitotroga cerealella* e *Anagasta kuehniella*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 562-565, 2004.

PRATISSOLI, D. et al. Seletividade de inseticidas a *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros. **Boletín de Sanidad Vegetal Plagas**, Madrid, v. 35, p. 347-353, 2009.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, p. 277-282, 2001.

PREETHA, G. et al. Toxicity of selected insecticides to *Trichogramma chilonis*: assessing their safety in the rice ecosystem. **Phytoparasitica**, Bet Dagan, v. 37, p. 209-215, 2009.

RIPPER, W. E.; GREENSLADE, R. M.; HARTEY, G. S. Selective insecticides and biological control. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 44, n. 4, p. 448-458, 1951.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington, v. 30, p. 507-512, 1974.

SOUZA, J. R. **Ação de inseticidas usados na cultura do milho a *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)**. 2011. 75 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

STARK, J. D.; BANKS, J. E. Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. **Annual Review Entomology**, Stanford, v. 48, p. 505-519, 2003.

STEFANELLO JÚNIOR, G. J. et al. Efeito de inseticidas usados na cultura do milho sobre a capacidade de parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 2, p. 187-194, 2008.

STEIN, C. P.; PARRA, J. R. P. Uso da radiação ultravioleta para inviabilizar ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) visando estudos com *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 16, n. 2, p. 299-233, 1987.

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programmer carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticide and Beneficial Organisms'. **BioControl**, Rotterdam, v. 44, n. 1, p. 99-117, 1999.

STOUTHAMER, R. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. **Entomophaga**, Paris, v. 38, n. 1, p. 3-6, 1993.

STOUTHAMER, R.; BREEUWER, J. A. J.; HURST, G. D. D. *Wolbachia* pipientis: microbial manipulator of arthropod reproduction. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 53, p. 71-102, 1999.

SUH, C. P.; ORR, D. B.; VAN-DUYN, J. W. Effect of insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 93, p. 577-583, 2000.

TAYLOR, T. A.; STERN, V. M. Host preference studies with the egg parasite *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 64, p. 1381-1390, 1971.

TILLMAN, P. G.; MULROONEY, J. E. 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. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 93, p. 1638-1643, 2000.

VIANNA, U. R. **Efeito dos inseticidas no desenvolvimento de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)**. 2004. 51 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.



VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitoides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 3, p. 67-119.

WRIGHT, D. J.; VERKERK, R. H. J. Integration of chemical and biological control systems for arthropods: evaluation in a multitrophic context. **Pesticide Science**, Oxford, v. 44, p. 207-218, 1995.

YU, S. J. Selectivity of insecticides to the spined bug (Heteroptera: Pentatomidae) and its lepidopterous prey. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 81, p. 119-122, 1988.

ZHANG, G. F.; HERAI, K. Effects of insecticides on developmental stages of *Trichogramma japonicum* in the laboratory. **Proceedings of the Kanto Tosan Plant Protection Society**, n. 44, p. 197-200, 1997.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997. cap. 2, p. 41-66.